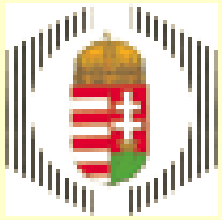
A BETONTERVEZÉS LÉNYEGES PONTJAI AZ ÚJ BETONSZABVÁNY ALAPJÁN

Dr. Kausay Tibor

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék



A Magyar Mérnöki Kamara tanfolyama

Budapest, Hotel Helia, 2010. március 4.

Az európai szabványok hazai bevezetésének története 1991-re nyúlik vissza, amikor is Magyarország a teljes jogú CEN (Comité Européen de Normalisation = Európai Szabványügyi Bizottság) tagság elnyerése érdekében elkezdte az EN európai szabványok honosítását.

A teljes jogú CEN tagság elnyerésének feltétele az volt, hogy Magyarország az EN szabványok 80 %-át bevezesse. Ez a feltétel 2002 végére teljesült, és

Magyarország 2003. január 1. óta a CEN teljes jogú tagja.

A CEN tagság hazánkat arra kötelezi, hogy az európai szabványokat a megjelenést követő hat hónapon belül honosítsa, és az ellentmondó régi nemzeti szabványokat visszavonja.

2004 nyara a régi magyar adalékanyag stb. termék- és vizsgálati szabványok visszavonásának az időszaka volt.

A visszavont szabványok helyét

- **a megfelelő európai szabványok,**
- **a magyar nemzeti alkalmazási dokumentumok (ha vannak),**
- **új nemzeti szabványok (ha vannak),**
- **a műszaki előírások**

foglalták el.

3. kiadás, 1985. február
Tartalmazza az Sz. K. 1983. évi 2. és a Sz. K. 1984. évi 5. számában megjelent módosítást

666.972.1

Magyar Népköztársasági Országos Szabvány

BETONOK

MSZ 4719–82

Az MSZ 4719–77 helyett

G 13

Visszavonva

666.97:691.32

Magyar Népköztársasági Országos Szabvány

A BETON MINŐSÉGÉNEK ELLENŐRZÉSE

Általános tulajdonságok ellenőrzése

MSZ 4720/2–80

Az MSZ 4720–61 helyett

G 13

Контроль качества бетона
Контроль общих свойств

Quality control of concrete
Control of general characteristics

'06 06 14

2002. január

MAGYAR SZABVÁNY MSZ EN 206-1

Beton

1. rész: Műszaki feltételek, teljesítőképesség, készítés és megfelelőség

2004. augusztus

MAGYAR SZABVÁNY MSZ 4798-1

Beton.

1. rész: Műszaki feltételek, teljesítőképesség, készítés és megfelelőség.

Az MSZ EN 206-1:2002 és alkalmazási feltételei Magyarországon

Az MSZ 4719:1982, MSZ 4720-1:1979, MSZ 4720-2:1980, MSZ 4720-3:1980 helyett.

624.01/.07:69.001.24

Magyar Népköztársaság Országos Szabvány	ÉPÍTMÉNYEK TEHERHORDÓ SZERKEZETEI ERŐTANI TERVEZÉSÉNEK ÁLTALÁNOS ELŐÍRÁSAI	MSZ 15020–86 Az MSZ KGST 384–76 helyett G 02
Проектирование строительных конструкций Design of load bearing structures of buildings.		

624.042

Magyar Népköztársaság Országos Szabvány	ÉPÍTMÉNYEK TEHERHORDÓ SZERKEZETEINEK ERŐTANI TERVEZÉSE Magasépítési szerkezetek terhei	MSZ 15021/1–86 Az MSZ 15021/1–71 és MSZ KGST 1407–78 helyett G 02

624.012.45:624.042

Magyar Népköztársaság Országos Szabvány	ÉPÍTMÉNYEK TEHERHORDÓ SZERKEZETEINEK ERŐTANI TERVEZÉSE Vasbeton szerkezetek	MSZ 15022/1–86 Az MSZ 15022/1–71, az MSZ 15022/1–71 M (1982) és az MSZ KGST 1406–78 helyett G 02

2010. áprilisában visszavonják

624.012.45:624.042

Magyar Népköztársaság	ÉPÍTMÉNYEK TEHERHORDÓ SZERKEZETEINEK ERŐTANI TERVEZÉSE Betonszerkezetek	MSZ 15022/3–86
		Az MSZ 15022/3–71 helyett
Országos Szabvány		G 02
Статический расчет несущих конструкций зда-		Design of loadbearing structures of buildings.

624.012.45:624.042

Magyar Népköztársaság	ÉPÍTMÉNYEK TEHERHORDÓ SZERKEZETEINEK ERŐTANI TERVEZÉSE Előregyártott beton, vasbeton és feszített beton szerkezetek	MSZ 15022/4–86
Országos Szabvány		G 02
Статический рассчет несущих конструкций зда-		Design of loadbearing structures of buildings. Concrete, reinforced concrete and strained concre-

624.042

Magyar Népköztársaság	ÉPÍTMÉNYEK FALAZOTT TEHERHORDÓ SZERKEZETEINEK ERŐTANI TERVEZÉSE	MSZ 15023–87
		Az MSZ 15023/1–76 helyett
Országos Szabvány		G 02
Проектирование каменных несущих конст-		Statical desing of load carrying masonry con-

2010. áprilisában visszavonják

2005. augusztus

MAGYAR SZABVÁNY MSZ EN 1990

Eurocode: A tartószerkezetek tervezés[illegible] alapjai

MSZ EN 1992-1-1:2005

„Eurocode 2: Betonszerk[illegible]ek tervezése.

1-1. rész: Általános és épületekre vonatkozó szabályok”

2005. augusztus

MAGYAR[illegible]ABVÁNY MSZ EN 1991-1-2

Eur[illegible]e 1: A tartószerkezeteket érő hatások

[illegible]z: Általános hatások. A tűznek kitett szerkezeteket érő hatások

2010. áprilisa után az egyedül érvényes tervezési szabványrendszer

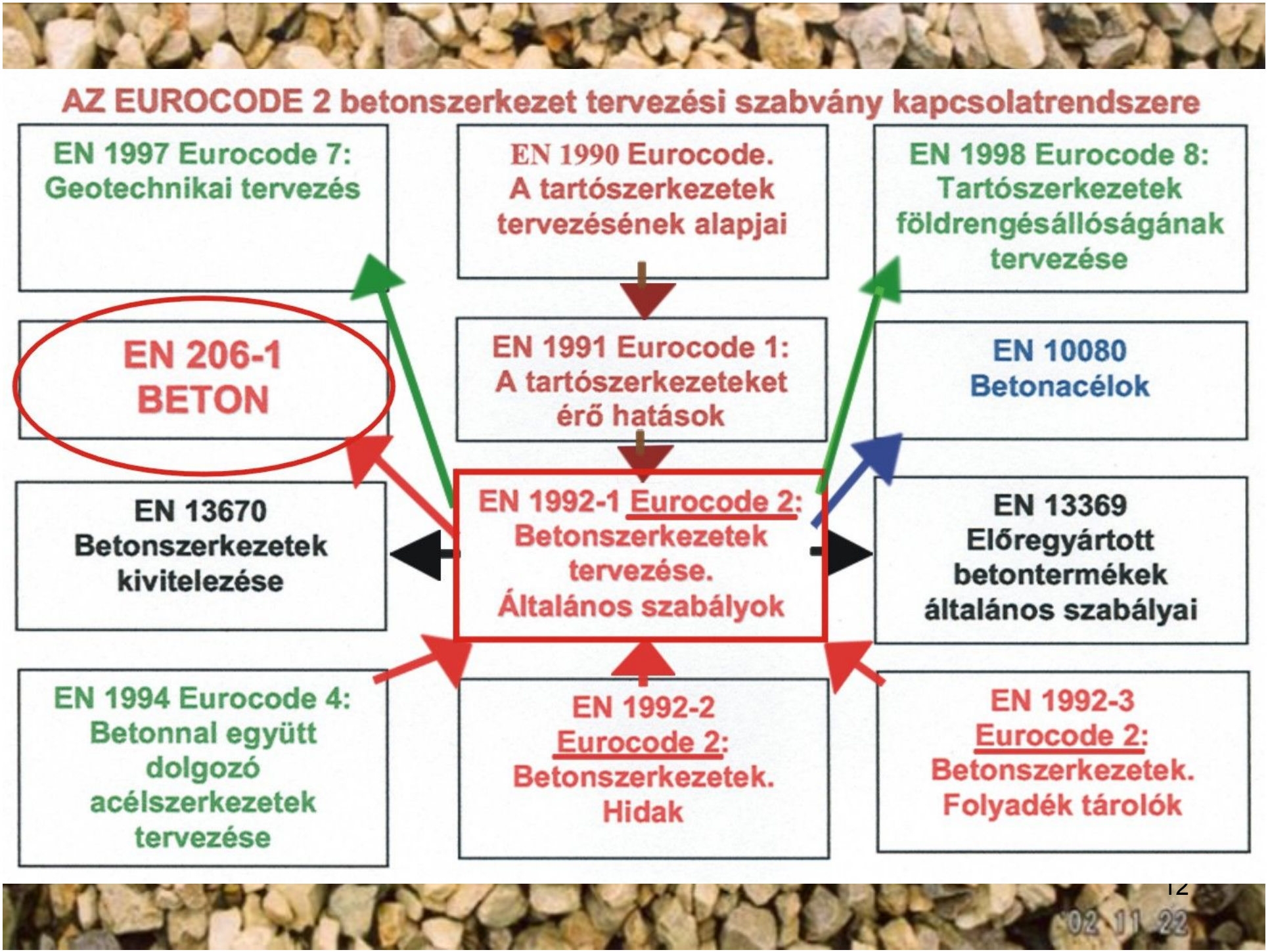
UTÓLAGOS KIEGÉSZÍTÉS

From: Dr. Kausay Tibor [mailto:betonopu@t-online.hu]
Sent: Friday, February 26, 2010 8:37 PM
To: Kutassy László, Magyar Szabványügyi Testület
Subject: Kérdés
Kedves Laci! Úgy hallottam, hogy az MSZ 15020, MSZ 15021 méretezési szabványsorozatot az idén tavasszal visszavonják, és ettől kezdve csak az Eurocode-2 marad érvényben. Meg tudnád-e mondani, hogy ez mikor történik, van ennek pontos dátuma? Köszönöm szépen, tisztelettel üdvözöllek Tibor -- Dr. Kausay Tibor

Kutassy Lászlótól 2010. március 24-én ezt a választ kaptam:
Kedves Tibor! Eredetileg április 1. lett volna, de most megpróbálunk eltérést kérni. Ezt most tárgyalják Brüsszelben. Üdvözlettel: Laci -----Original Message-----

MSZ EN 1992-2:2006 Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése. 2. rész: Hidak

2010. áprilisától egyedüliként érvényes


AZ EUROCODE 2 betonszerkezet tervezési szabvány kapcsolatrendszere
EN 1997 Eurocode 7: Geotechnikai tervezés
EN 1990 Eurocode. A tartószerkezetek tervezésének alapjai
EN 1998 Eurocode 8: Tartószerkezetek földrengésállóságának tervezése
EN 206-1 BETON
EN 1991 Eurocode 1: A tartószerkezeteket érő hatások
EN 10080 Betonacélok
EN 13670 Betonszerkezetek kivitelezése
EN 1992-1 Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése. Általános szabályok
EN 13369 Előregyártott betontermékek általános szabályai
EN 1994 Eurocode 4: Betonnal együtt dolgozó acélszerkezetek tervezése
EN 1992-2 Eurocode 2: Betonszerkezetek. Hidak
EN 1992-3 Eurocode 2: Betonszerkezetek. Folyadék tárolók

Az előző dia arra utal, hogy az európai szabványrendszerben a rendelkezési szintek csúcsán az európai alapvető építési direktívák után a tervezési szabványok állnak.

A tervezési szabványok tartalmazzák az építmény megépítéséhez szükséges anyagok, ill. termékek termékszabványainak jelzetét.

A termékszabványok a vizsgálati szabványokkal megadják azokat a vizsgálati módszereket, amelyek alkalmazásával a termék jellemzői meghatározhatók.

§

Az Európai Közösségek Tanácsának
1988. december 21-én kiadott
89/106. EGK jelű irányelve
(direktívája → törvénye)
a tagállamok építési termékekre vonatkozó törvényeinek, rendeleteinek és államigazgatási határozatainak összehangolásáról

…

I. FÜGGELÉK

Alapvető követelmények ⟶

FÜGGELÉK
Alapvető követelmények

A termékeknek alkalmasnak kell lenniük olyan építmények megépítésére, amelyek a szokásos karbantartás mellett, a (tervezett) használati élettartam alatt megfelelnek a következő alapvető követelményeknek:

1. **Mechanikai ellenállás és szilárdság (+alakváltozás)**
2. **Tűzbiztonság (építmény állékonyság, életvédelem)**
3. **Higiénia, egészség- és környezetvédelem**
4. **Üzembiztonság (baleseti veszélyek megelőzése)**
5. **Zajvédelem (egészség, alvás, pihenés, munka)**
6. **Energiatakarékosság és hőszigetelés**

2005. augusztus

MAGYAR SZABVÁNY MSZ EN 1990

Eurocode: A tartószerkezetek tervezésének alapjai

1.5.2.8.

tervezési élettartam (design working life)

Az a feltételezett időtartam, melynek során a tartószerkezet vagy annak egy része az előirányzott fenntartás mellett, de jelentős javítási munkák nélkül, a tervezett rendeltetésének megfelelően használható.

Tervezett használati élettartam

angolul: design working life

németül: geplante Nutzungsdauer

franciául: durée d'utilisation de projet

2.3. Tervezési élettartam

(1) A tervezési élettartamot általában elő kell írni.

MEGJEGYZÉS: A 2.1. táblázatban egy javasolt osztályozás található. A 2.1. táblázatban megadott értékek az időtől függő mennyiségek (például fáradással kapcsolatos számítások) meghatározásához is alkalmazhatók. Lásd az A mellékletet is.

2.1. táblázat: Tervezési élettartamok

Osztály	Előírt tervezési élettartam (év)	Példák
1.	10	Ideiglenes tartószerkezetek (1)
2.	10–25	Cserélhető tartószerkezeti részek, például darupályatartók, saruk
3.	15–30	Mezőgazdasági és hasonló tartószerkezetek
4.	50	Épületek tartószerkezetei és egyéb szokásos tartószerkezetek
5.	100	Monumentális épületek tartószerkezetei, hidak és más építőmérnöki szerkezetek

(1) Az olyan tartószerkezeteket vagy azok részeit, melyek újrafelhasználás céljából szétszerelhetők, nem kell ideiglenes szerkezetnek tekinteni.

A beton akkor tartós, ha az erőtani és alakváltozási igénybevételeken kívül a tervezett használati élettartam alatt, üzemszerű használat és megfelelő karbantartás mellett, a környezeti hatásokat is károsodás nélkül viseli.

A beton tartóssága érdekében az EN 206-1:2000 szabvány 4. fejezete környezeti osztályokat vezet be, és ezek követelményeire, úgymint

- **a $f_{ck,cyl}/f_{ck,cube,min}$ *nyomószilárdsági osztályra*;**
- **a c_{min} *cementtartalomra*;**
- **az x_{max} *víz-cement tényezőre;***

az MSZ 4798-1:2004 szabvány pedig

- **a friss beton testsűrűségét meghatározó $V_{levegő,\ max}$ *megengedett levegőtartalomra* az F. mellékletben ad ajánlást,**

ez az F. melléklet Magyarországon kötelező.

E követelmények betartásával *50 év* beton használati élettartam várható. (MSZ 4798-1:2004 szabvány F melléklet második bekezdés: *Ha a használati élettartam az 50 évtől eltérő, akkor a betonösszetételt szakértői véleményre kell alapozni.*)

Az európai betonszabvány (EN 206-1) hat környezeti osztályt tartalmaz, *a magyar NAD (MSZ 4798-1) ezeken kívül még kettővel számol*:

1. **Nincs korróziós kockázat;**
2. **Karbonátosodás korróziós hatása;**
3. **Nem tengervízből származó kloridok korróziós hatása;**
4. **Tengervízből származó kloridok hatása;**
5. **Talaj és talajvíz kémiai korróziós hatása;**
6. **Fagyás/olvadás károsító hatása;**
7. ***Koptatóhatás okozta károsodás;***
8. ***Igénybevétel víznyomás hatására***

Kiegészítésre szorul: ***Fagy- és olvasztósó-álló beton készítése légbuborékképző adalékszer nélkül***

Alkalmazási terület	Környezeti osztály jele	Beton nyomó-szilárdsági osztálya, legalább	Beton cement-tartalma, legalább, kg/m^3	Beton víz-cement tényezője, legfeljebb	Friss beton levegő-tartalma, legfeljebb, térfogat%[1)]
Karbonátosodásnak ellenálló vasbeton és feszített vasbeton szerkezetek környezeti osztálya					
Száraz vagy tartósan nedves helyen, állandóan víz alatt	XC1	C20/25	260	0,65	2,0
	Például: Belső pillér, belső födém				
Nedves, ritkán száraz helyen (épület alapok)	XC2	C25/30	280	0,60	2,0
	Például: Épületalap, támfalalap, mélyalap, kiegyenlítő lemez				
Mérsékelten nedves helyen, nagy relatív páratartalmú épületben vagy a szabadban, esőtől védett helyen	XC3	C30/37	280	0,55	2,0
	Például: Fürdőépület szerkezete				
Váltakozva nedves és száraz, víznek kitett helyen	XC4	C30/37	300	0,50	2,0
	Például: Szárnyfal, pincefal, fúrt cölöp, cölöp-fejgerenda				

MEGJEGYZÉS:

[1)] **A friss beton levegőtartalma feszített vasbeton esetén legfeljebb 1,5 térfogat% lehet.**

Ha a beton újrahasznosított adalékanyaggal készül, akkor a levegőtartalom a táblázatban szereplő értékeknél 0,5 térfogat%-kal nagyobb lehet.

Az acélbetét korróziójának három környezeti feltétele van:

a.) nedvesség jelenléte

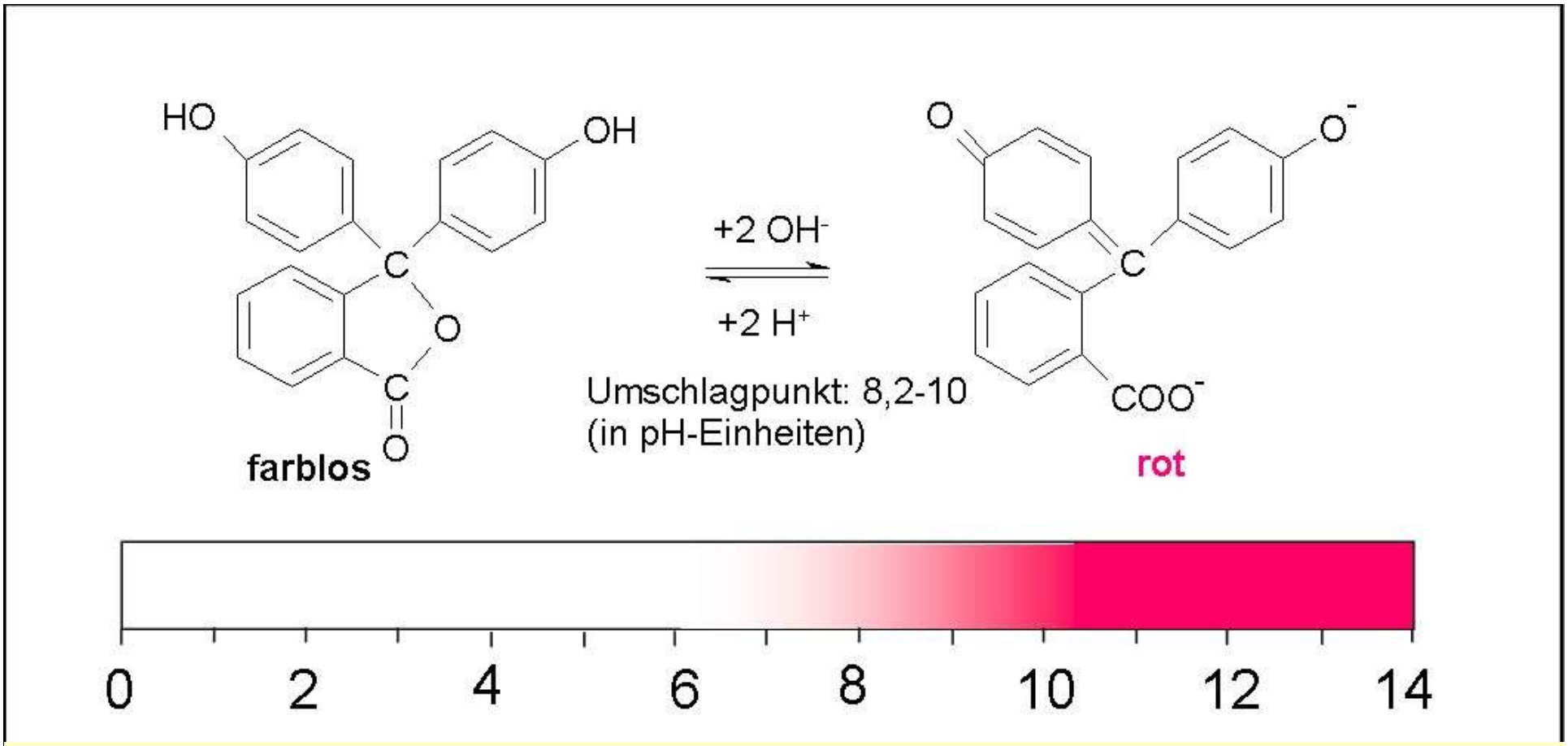
b.) oxigénnek az acélbetéthez jutása

c.) a beton lúgosságának megszűnése

Karbonátosodás:

$$Ca(OH)_2 + CO_2 = CaCO_3 + H_2O$$

Ezek kialakulását a betonfedés tömörsége és vastagsága befolyásolja.



Forrás: http://www.chempage.de/lexi/phenolphthalein.htm

A beton friss törésfelületét alkoholos fenolftalein oldattal ecseteljük. Az oldat hatására a beton törésfelületének nem-karbonátosodott, azaz lúgos kémhatású, mintegy 9 pH értéknél (nagyobb) bázikusabb része lila (kárminvörös) színűre változik. A beton felszínéhez közeli, színét nem változtató része karbonátosodott, és ebből a karbonátosodás mélysége megállapítható.

TOPEX
5m
3A.
2008/3/10 12:01

Leváló félben lévő betonfedés

Az előírt <u>névleges betonfedés</u> (c_{nom})
az előírt <u>legkisebb betonfedésnek</u> (c_{min})
a <u>kötelező ráhagyással</u> (Δc_{dev})
megnövelt, előírt értéke:

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} \text{ [mm]}$$

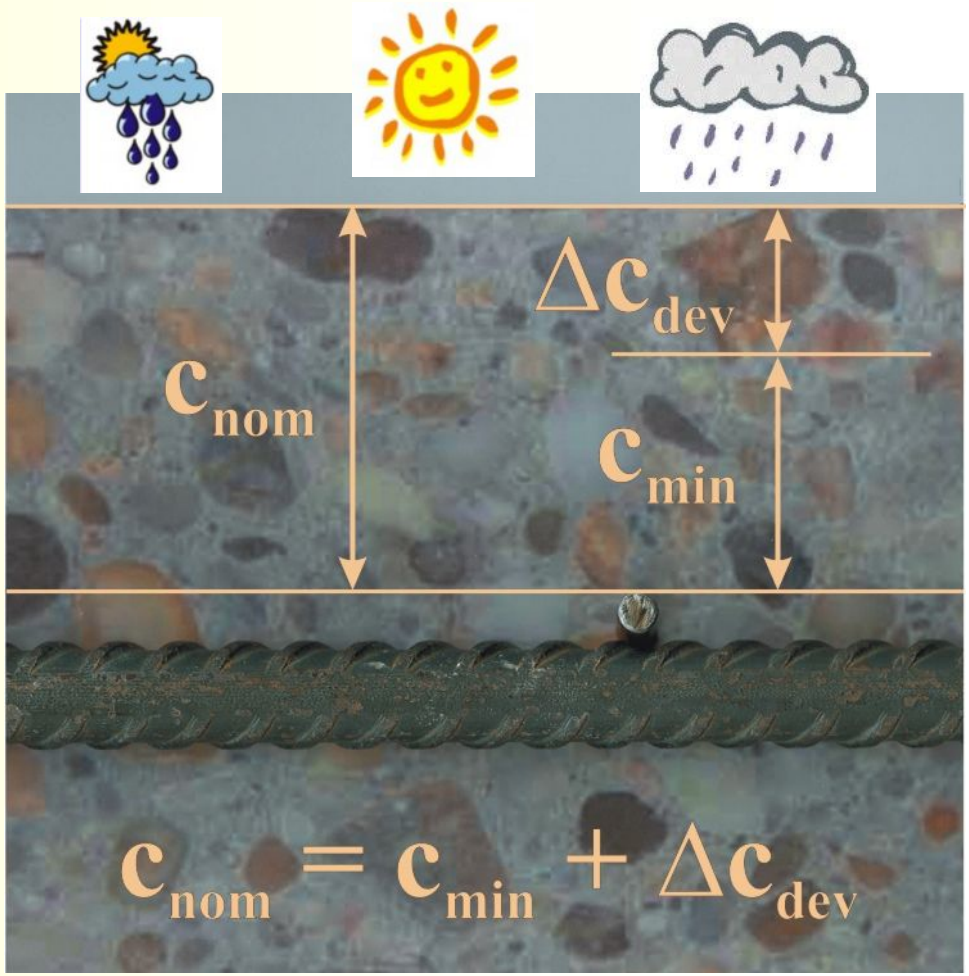
Az előírt névleges betonfedést (c_{nom}) kell a statikai számításokban alkalmazni és a szerkezeti terveken bejelölni.

Környezeti osztály	Legkisebb betonfedés [c] c_{min} mm		Kötelező ráhagyás [d] Δc_{dev}, mm
	Betonacél	Feszítőbetét	
X0	10 [a]	10 [b]	10
XC1	10 [a]	20 [b]	10
XC2 – XC3	20 [a]	30 [b]	15
XC4	25 [a]	35 [b]	15
XD1 és XS1	30 [a]	40 [b]	15
XD2 és XS2	35 [a]	45 [b]	15
XD3 és XS3	40 [a]	50 [b]	15
XF1 – XF4 XA1 – XA3 XV1(H) – XV3(H)	45	55	15
XK1(H) – XK4(H)	50	60	15

Környezeti osztály	Legkisebb betonfedés [c] c_{min} mm		Kötelező ráhagyás [d] Δc_{dev}, mm
	Betonacél	Feszítőbetét	
X0	10 [a]	10 [b]	10
XC1	10 [a]	20 [b]	
XC2 – XC3	20 [a]		
XC4			15
		40 [b]	15
	35 [a]	45 [b]	15
és XS3	40 [a]	50 [b]	15
XF1 – XF4 XA1 – XA3 XV1(H) – XV3(H)	45	55	15
XK1(H) – XK4(H)	50	60	15

Az adatok 50 év tervezett használati élettartamú betonok esetén érvényesek, és forrásuk: MSZ 4798-1:2004 (az MSZ EN 206-1:2002 szabványban ilyen táblázat nincs).

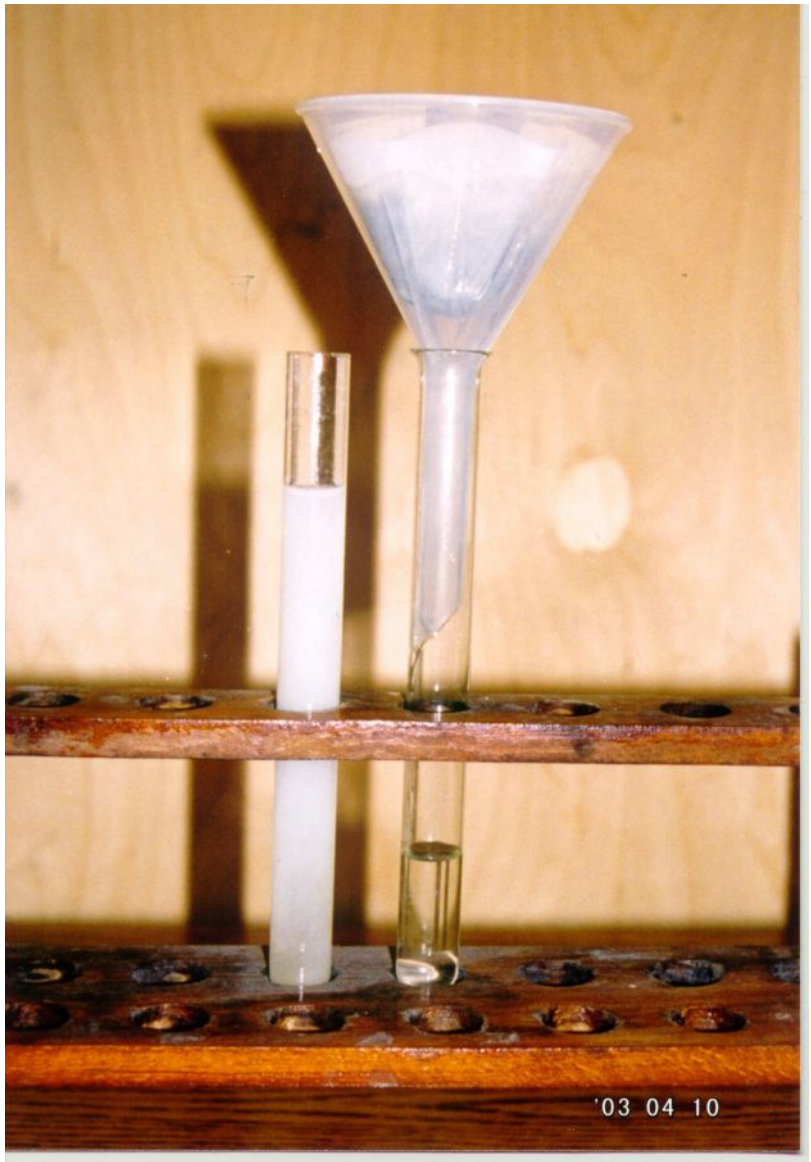
Az EN 1992-1-1:2005 (Eurocode 2) szabvány a betonacélok és a feszítőbetétek korrózió elleni védelme érdekében úgy rendelkezik, hogy a 100 év tervezett használati élettartamú építmények esetén a c_{min} legkisebb betonfedés 10 mm-rel nagyobb kell legyen, mint az 50 év tervezett használati élettartamú építményekre előírt érték.



NEM TENGERVÍZBŐL SZÁRMAZÓ

KLORIDOK VIZSGÁLATA

Kloridok
(például jégolvasztó-só)
kimutatása 2 %-os
salétromsavban feloldott
pormintából
2%-os
salét-
romsav
oldat



A salétromsavas oldatot leszűrjük, és a szűrlethez ezüst-nitrát oldatot adunk. Ha a szűrlet az ezüst-nitrát oldattól opálosodik, akkor a porminta kloridionokat tartalmaz.

A kloridok a betonra általában nem károsak, de a betonacélt megtámadják. Minél vékonyabb és porózusabb vagy repedt a *betonfedés*, annál gyorsabb a betonacél-korrózió.

A betonacél-korrózió miatt tiltják vasbetonban a *klorid-tartalmú adalékszerek* alkalmazását. Klorid-mentesnek tekintendő az adalékszer, ha a klorid-ion tartalma ≤ 0,1 tömeg% (MSZ EN 934-2:2009).

AZ MSZ 4798-1 betonszabvány 10. táblázata

A beton alkalmazása	Kloridtartalom-osztály [a]	A legnagyobb Cl^--tartalom a cement*tartalom* tömegszázalékában [b]
Nem tartalmaz acélbetétet vagy más beágyazott fémet, kivéve a korrózióálló emelőfüleket	Cl 1,0	1,0%
Acélbetétet vagy más beágyazott fémet tartalmaz	Cl 0,20	0,20%
	Cl 0,40 [c]	0,40% [c]
Feszített acélbetétet tartalmaz	Cl 0,10	0,10%
	Cl 0,20 [c]	0,20% [c]

[a] Különleges betonfelhasználás esetén az alkalmazott osztály függ a beton felhasználási helyén érvényes utasításoktól.

[b] Ha II típusú kiegészítőanyagot alkalmazunk, és ezt beszámítjuk a cementtartalomba, akkor a cement + teljes mennyiségű kiegészítőanyag tömegszázalékában kifejezett kloridion az a kloridtartalom, amelyet számításba kell venni. —►

[c] *Kizárólag nedvességtől elzárt térben lévő szerkezetek esetén szabad megengedni.*

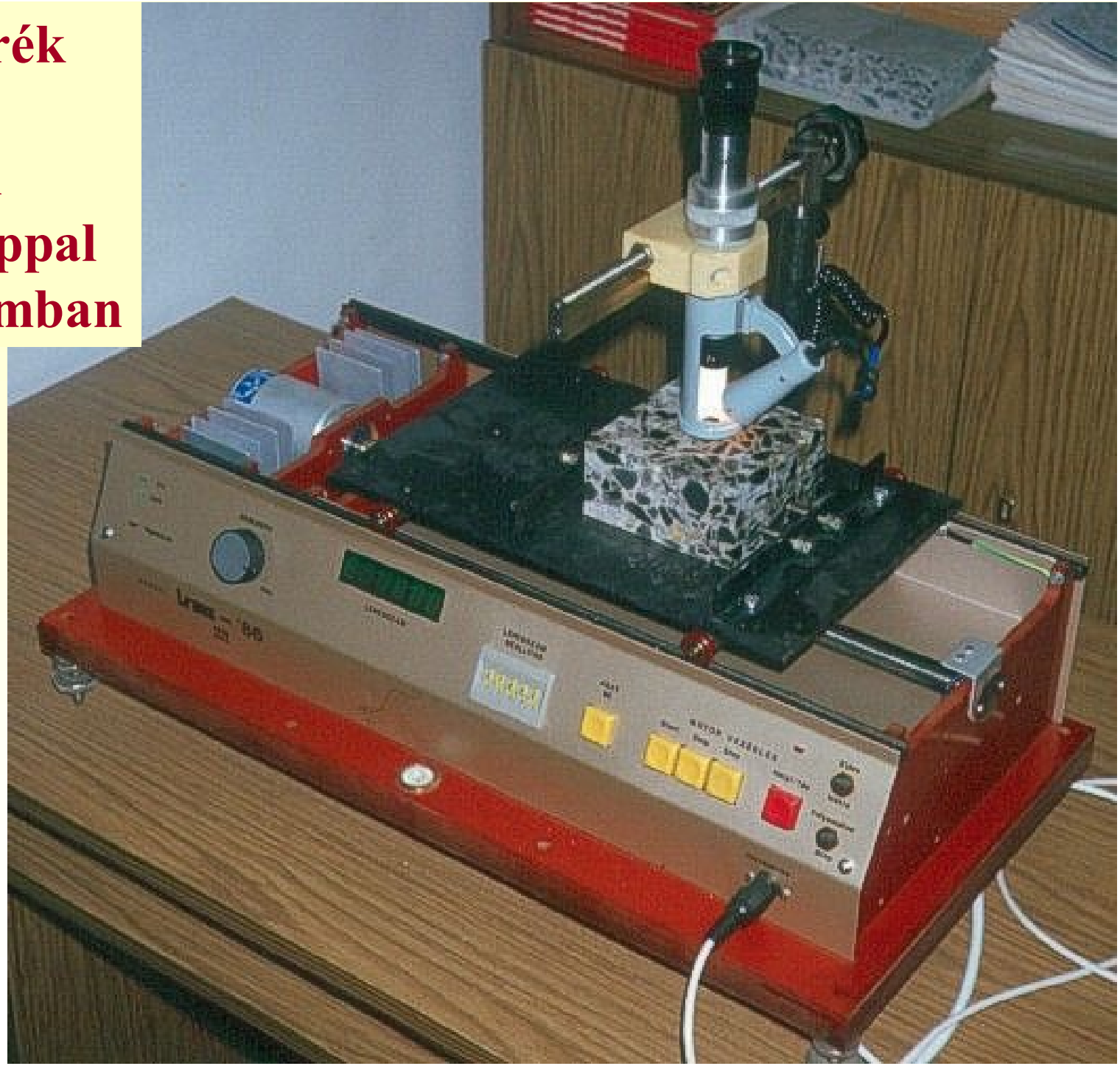
Alkalmazási terület	Környezeti osztály jele	Beton nyomó-szilárdsági osztálya, legalább	Beton cement-tartalma, legalább, kg/m^3	Beton víz-cement tényezője, legfeljebb	Friss beton levegő-tartalma, legfeljebb, térfogat%
Kloridoknak ellenálló vasbeton és feszített vasbeton szerkezetek					
Mérsékelten nedves helyen, levegőből származó kloridoknak kitett, de jégolvasztó sóknak ki nem tett, korrózióálló beton	XD1	C30/37	300	0,55	2,0
	Például: Vegyipari üzemek környezetében, a szabadban lévő szerkezetek				
Nedves, ritkán száraz helyen, vízben lévő kloridoknak kitett, de jégolvasztó sóknak ki nem tett, korrózióálló beton (úszómedencék, ipari vizek hatása)	XD2	C30/37	300	0,55	2,0
	Például: Alépítmény, szárnyfal, kloridtartalmú talajvízzel vagy ipari vízzel érintkező építmény, medence, úszómedence				
Váltakozva nedves és száraz helyen, jégolvasztó kloridok permetének kitett korrózióálló beton (hídelemek, járdák, útburkolatok)	XD3	C35/45	320	0,45	2,0
	Magyarországon a fagy/olvadási ciklusoknak és jégolvasztó sóknak kitett betonokat az XD3 környezeti osztály helyett az XF4 környezeti osztályba kell sorolni				

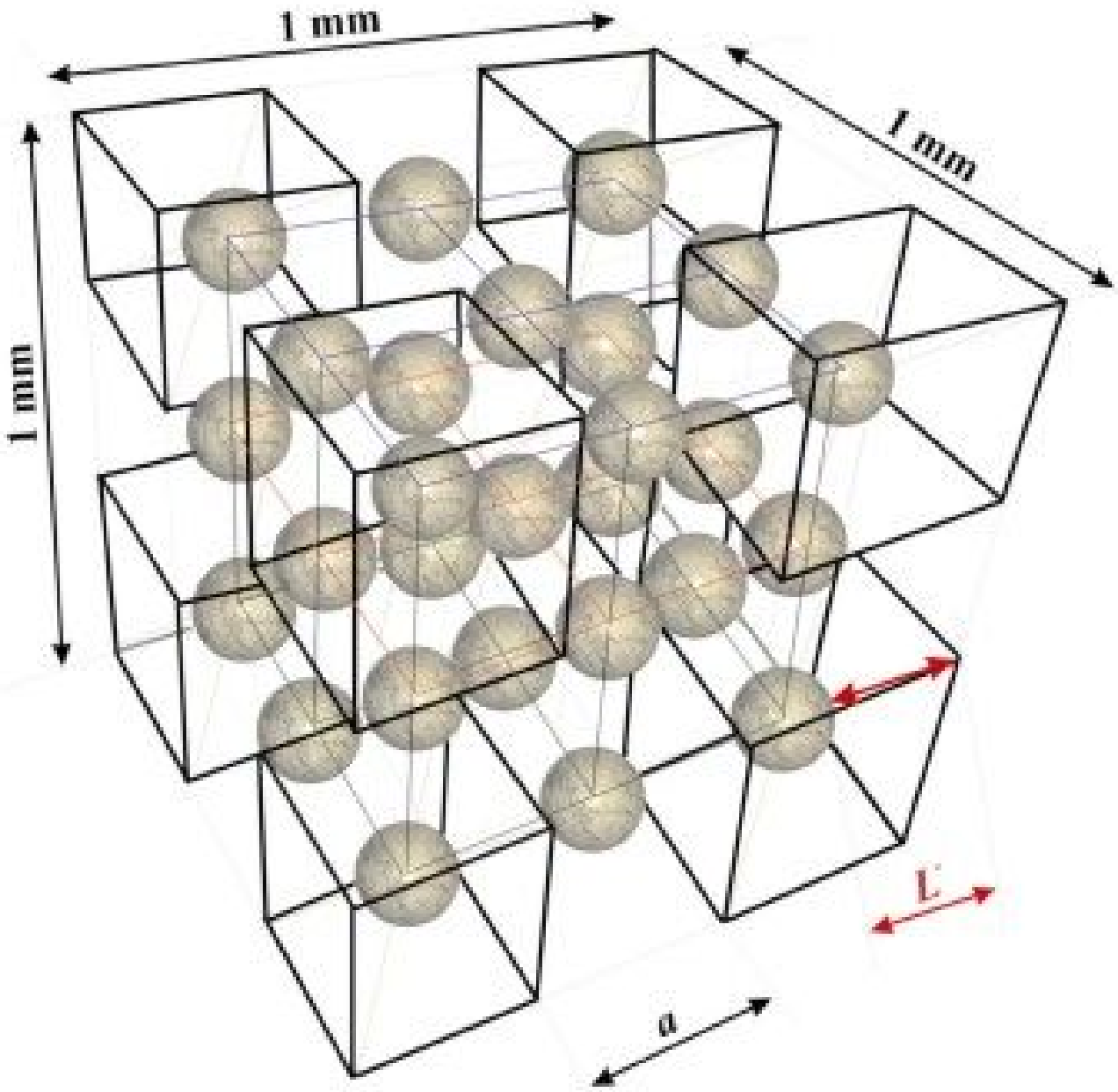
FAGYÁLLÓSÁG

Az MSZ 4798-1:2004 magyar szabvány F1. táblázata kimondja, hogy a fagy és olvasztósó hatásának kitett, XF2, XF3, XF4 környezeti osztályú beton, vasbeton és feszített vasbeton elemeket és szerkezeteket Magyarországon légbuborékképző adalékszer nélkül betonból készíteni nem szabad.

- **XF2 Függőleges felületű, mérsékelt víztelítettségű, fagynak és *jégolvasztó sók permetének kitett* fagyálló beton**
- **XF3 Vízszintes felületű, nagy víztelítettségű, esőnek és fagynak kitett, *olvasztó sózás nélküli* fagyálló beton**
- **XF4 Vízszintes felületű, nagy víztelítettségű, fagynak és *jégolvasztó sóknak közvetlenül kitett*, fagyálló beton**

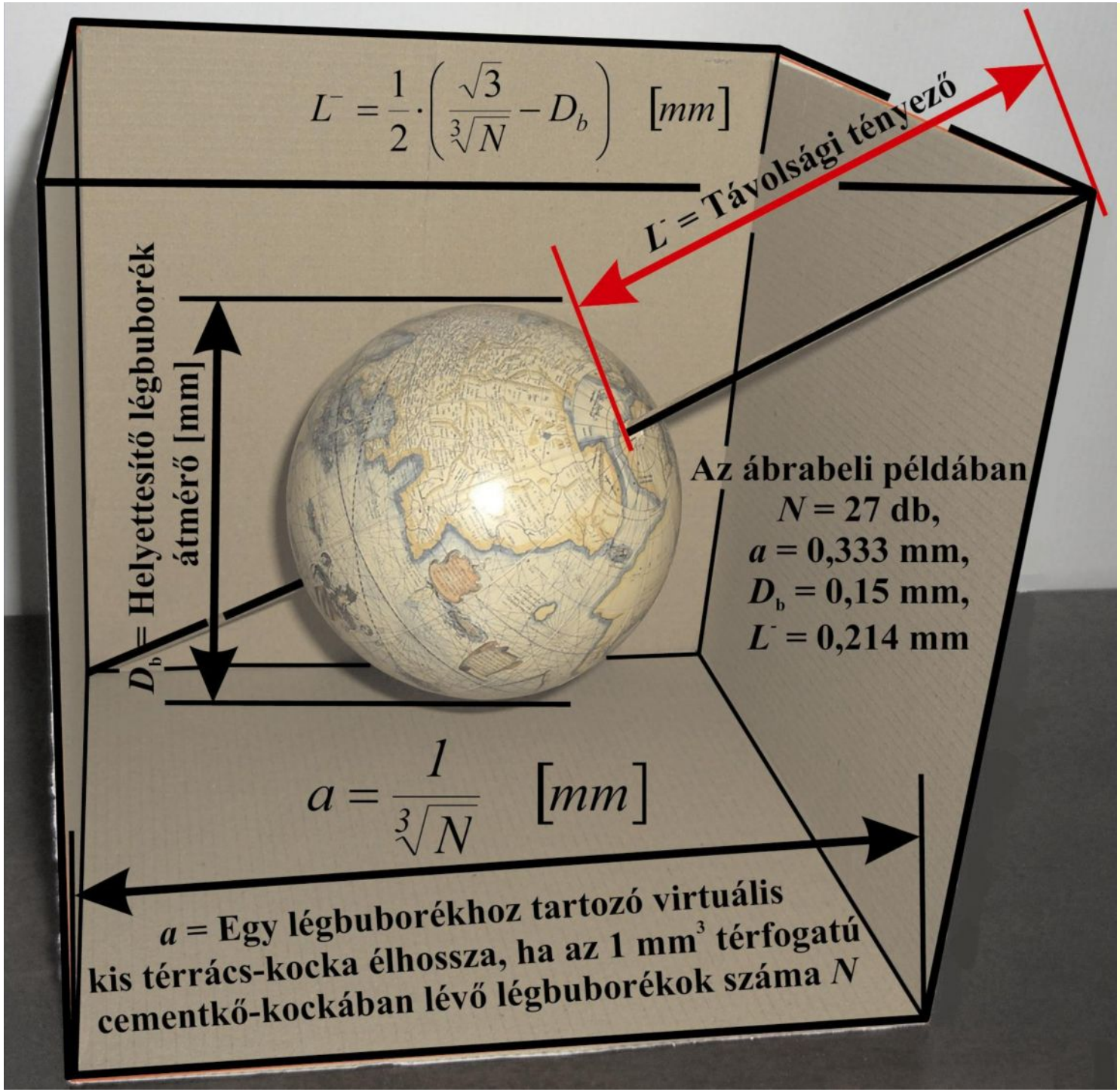
Légbuborék mérés Brinell mikroszkóppal laboratóriumban





Az MSZ 4798-1:2004 szabvány szerint a megszilárdult betonban a légbuborékok távolsági tényezője legfeljebb 0,22 mm legyen.

Hatékony légbuborékok átmérője 0,3 mm-nél kisebb.



Az idealizált légbuborék szerkezetnek ugyanakkora az összes térfogata és a térfogati fajlagos felülete, mint a tényleges hatékony légbuborék szerkezetnek.

Az EN 206-1:2000 európai szabvány ebben a kérdésben nem ilyen szigorú, az F1. táblázatban azt írja, hogy:

„Ha a betonban nincs mesterséges légbuborék, akkor a beton teljesítőképességét megfelelő módszerrel meg kell vizsgálni olyan betonnal összehasonlítva, amelyre az adott környezeti osztály esetén a fagyás/olvadás állóságot bebizonyították.”

Németországban és Magyarországon is tapasztalat, hogy fagy- és olvasztósó-álló betont légbuborékképző adalékszer alkalmazása nélkül is lehet készíteni – ha az nem út- vagy repülőtéri pályabeton –, sőt vasbeton és feszített vasbeton tartószerkezetek készítése során a légbuborékképző adalékszer használata akár kedvezőtlen is lehet (csökken a beton nyomószilárdsága, testsűrűsége és tömörsége).

Ezért az XF2(BV-MI) és XF3(BV-MI) környezeti osztályú, légbuborékképző adalékszer nélküli betonokat – a *fib (Nemzetközi Betonszövetség) Magyar Tagozatának* beton- és vasbetonépítési műszaki irányelvére szerint – szerkezeti (nem útpályaszerkezeti !) betonok esetén Magyarországon is alkalmazhatjuk.

Függőleges felületű fagyálló beton	Környezeti osztály jele	Beton nyomó-szilárdsági osztálya, legalább	Beton cement-tartalma, legalább, kg/m^3	Beton víz-cement tényezője, legfeljebb	Friss beton levegő-tartalma, legfeljebb, térfogat%
Függőleges felületű fagyálló beton, vasbeton és feszített vasbeton szerkezetek					
Függőleges felületű, mérsékelt víztelítettségű, esőnek és fagynak kitett, olvasztósózás nélküli fagyálló beton	XF1	C30/37	300	0,55	1,5
	Légbuborékképző adalékszer nélkül készül a beton. Például: Monolit és előregyártott szerkezetek				
Függőleges felületű, mérsékelt víztelítettségű, fagynak és jégolvasztó sók permetének kitett fagyálló beton	XF2	C25/30	300	0,55	4,0 – 8,0
	Légbuborékképző adalékszerrel készül a beton. Az összes levegőtartalom megengedett legnagyobb értéke a friss betonban = a fagy- és olvasztósó-álló betonra előírt legkisebb érték (4,0 térfogat%) + max. 4,0 térfogat%.				
Függőleges felületű, mérsékelt víztelítettségű, fagynak és jégolvasztó sók permetének kitett fagyálló beton	XF2(BV-MI)	C35/45	320	0,50	1,0
	Légbuborékképző adalékszer nélkül készül a beton. Például: Monolit és előregyártott szerkezetek Alkalmazása út- és repülőtéri burkolatok, híd pályalemezek esetén tilos!				

Vízszintes felületű fagyálló beton	Környezeti osztály jele	Beton nyomó-szilárdsági osztálya, legalább	Beton cement-tartalma, legalább, kg/m^3	Beton víz-cement tényezője, legfeljebb	Friss beton levegő-tartalma, legfeljebb, térfogat%
Vízszintes felületű fagyálló beton, vasbeton és feszített vasbeton szerkezetek					
Vízszintes felületű, nagy víztelítettségű, esőnek és fagynak kitett, olvasztó sózás nélküli fagyálló beton	XF3	C30/37	320	0,50	4,0 – 8,0
	Légbuborékképző adalékszerrel készül a beton. Az összes levegőtartalom megengedett legnagyobb értéke a friss betonban = a fagy- és olvasztósó-álló betonra előírt legkisebb érték (4,0 térfogat%) + max. 4,0 térfogat%.				
Vízszintes felületű, nagy víztelítettségű, esőnek és fagynak kitett, olvasztó sózás nélküli fagyálló beton	XF3(BV-MI)	C35/45	320	0,50	1,0
	Légbuborékképző adalékszer nélkül készül a beton. Például: Monolit és előregyártott szerkezetek Alkalmazása út- és repülőtéri burkolatok, híd pályalemezek esetén tilos!				
Vízszintes felületű, nagy víztelítettségű, fagynak és jégolvasztó sóknak közvetlenül kitett, fagyálló beton	XF4	C30/37	340	0,45	4,0 – 8,0
	Légbuborékképző adalékszerrel készül a beton. Az összes levegőtartalom megengedett legnagyobb értéke a friss betonban = a fagy- és olvasztósó-álló betonra előírt legkisebb érték (4,0 térfogat%) + max. 4,0 térfogat%.				

Környezeti osztály	Olvasztósó hatás éri a betont	A beton felülete	Fagyállóság vizsgálatának rendje
XF1	Nem	Függőleges	Megengedhető a betonösszetétel határértékeivel történő előírás
XF2	Igen	Függőleges	Fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálat peremes hámlasztással, amely elhagyható, ha a légbuborék szerkezetet meghatározzák
XF3	Nem	Vízszintes	Fagyállóság vizsgálat bemerítéssel, amely elhagyható, ha a légbuborék szerkezetet meghatározzák
XF4	Igen	Vízszintes	Fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálat peremes hámlasztással, és ajánlott meghatározni a légbuborék szerkezetet is
XF2(BV-MI)	Igen	Függőleges	Fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálat peremes hámlasztással
XF3(BV-MI)	Nem	Vízszintes	Fagyállóság vizsgálat bemerítéssel

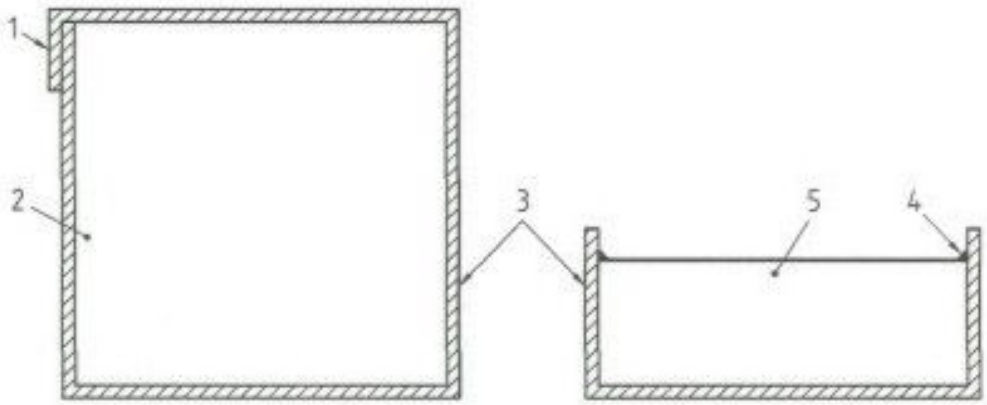
Peremes hámlasztás

fagy- és olvasztósó-állóság

vizsgálati próbatest

MSZ CEN/TS 12390-9:2007

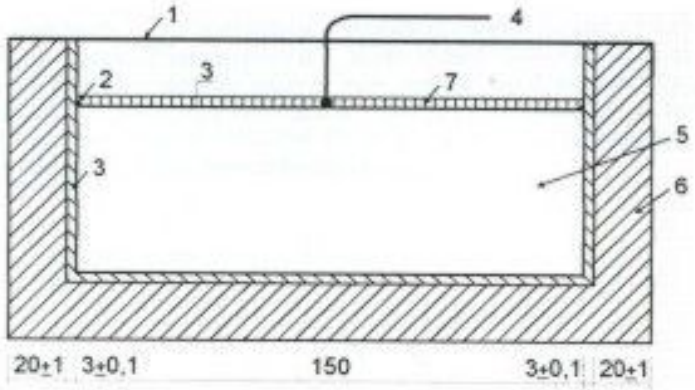
Referencia vizsgálat



Jelmagyarázat

1 Átfedés
2 Vizsgálati felület
3 Gumilemez
4 Ragasztóréteg
5 Próbatest

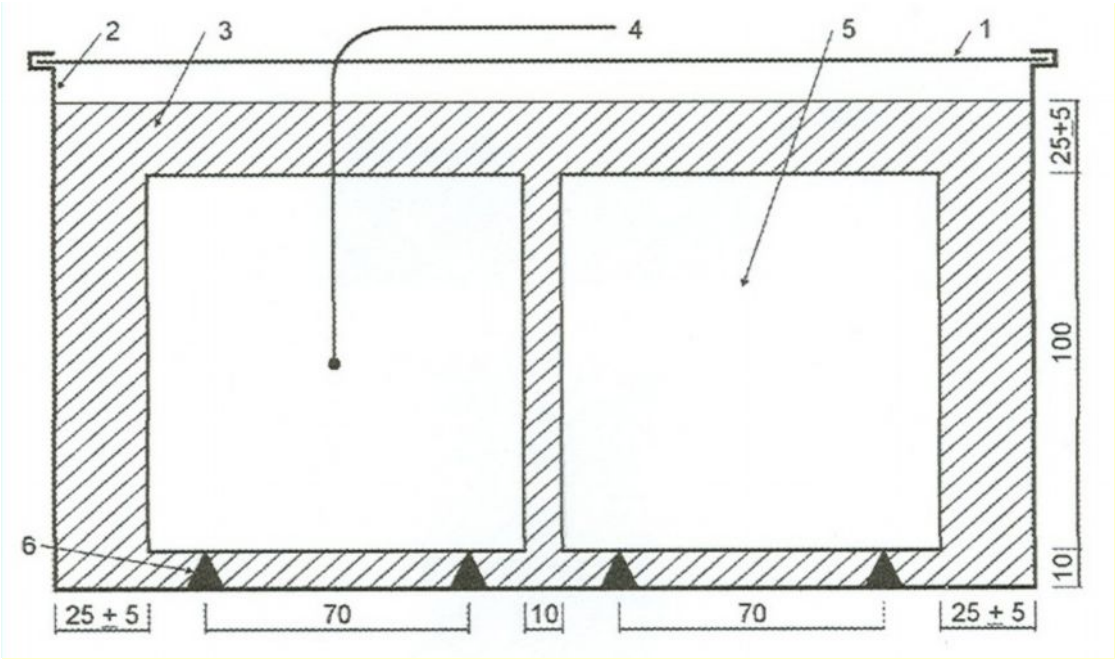
A vizsgálati próbatest tömítése



Jelmagyarázat

1 Polietilénlemez
2 Ragasztócsík
3 Gumilemez
4 A vizsgálati felülettel érintkező hőmérsékletmérő eszköz
5 Próbatest
6 Hőszigetelés
7 Fagyasztóközeg

A fagyasztási-olvasztási vizsgálathoz összeállított próbatest



MSZ CEN/TS 12390-9:2007 európai műszaki előírás szerinti „bemerítéses leválás” kockavizsgálat (alternatív-módszer) tartálya próbatestekkel

Jelmagyarázat: 1) Csúszófedél, 2) Tartály, 3) Fagyasztóközeg {víz, mert az XF1, XF3, XF3(BV-MI) környezeti osztályban olvasztósó hatása nem éri a betont}, 4) Hőmérő a próbakocka közepén, 5) Próbakocka, 6) 10 mm magas alátámasztás

A ciklusok száma az MSZ CEN/TS 12390-9:2007 európai műszaki előírás szerint 56, az MSZ 4798-1:2004 magyar szabvány szerint az XF1 környezeti osztály esetén 50, az XF3 környezeti osztály esetén 100.

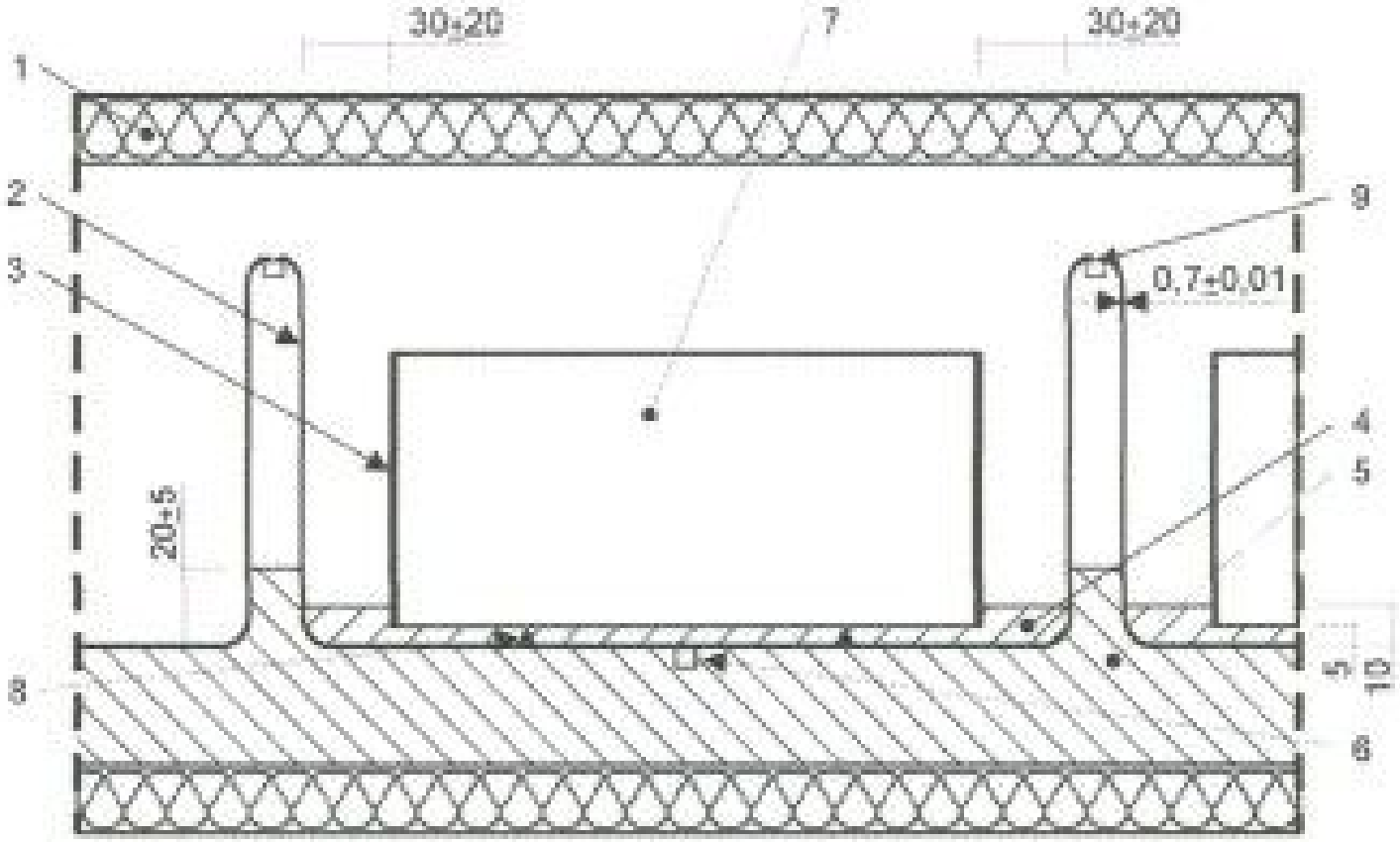
Kapilláris felszívásos hámlasztás

MSZ CEN/TS 12390-9:2007

Alternatív fagyasztási vizsgálat

Fagyasztóközeg:

Ionmentes víz vagy 3 %-os NaCl oldat



Jelmagyarázat

1 A tartály fedele
2 Vizsgálótartály
3 Oldalak szigetelése
4 Fagyasztóközeg
5 Hűtőfolyadék
6 Referencia pont a középső tartály közepe alatt a kamrában
7 Próbatest
8 Alátámasztás, 5 mm magas
9 Támasztékok a tartályok beállításához

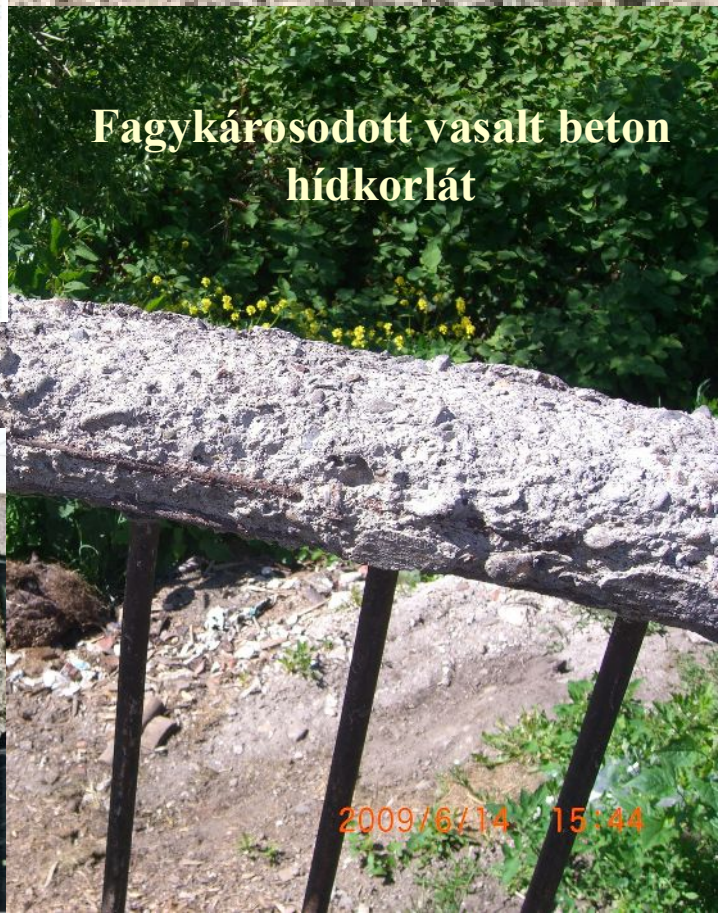
A CF/CDF vizsgálat alapelrendezése a fagyasztási-olvasztási ciklusok alatt

Vizsgálat jellege	Peremes hámlasztás	Bemerítéses leválás	Kapilláris felszívásos hámlasztás
Teljes ciklusidő	24 óra	24 óra	12 óra
Ciklusok száma	56	56	Ha a fagyasztóközeg ionmentes víz (CF vizsgálat): 56; Ha a fagyasztóközeg nátrium-klorid oldat (CDF vizsgálat): 28
Teljes ciklusidő	24 óra	24 óra	12 óra
Elfogadási határérték	Tömegveszteség legfeljebb: XF2: átl.: 500, max.: 700 g/m^2 XF4: átl.: 250, max.: 350 g/m^2	Tömegveszteség max.: 5 tömeg%; Nyomószilárdság csökkenés legfeljebb 20%	CDF vizsgálat: 1500 g/m^2 A követelmény csak laboratóriumi próbatestek esetén érvényes

A betonozás és a téli fagyok beköszönte közötti rövid idő folytán szétfagyott monolit kitöltőbeton

Kis forgalmi terhelésű útburkolat fagykárosodott felülete

Fagykárosodott vasalt beton hídkorlát



Aluljáró födém fagykárosodott homlokfelülete

Talaj és talajvíz agresszív kémiai hatásának vizsgálata

Talaj és talajvíz betonkorróziót okozó összetevői, MESZ EN 206-1:2002

Kémiai jellemző	Referencia vizsgálati módszer	XA1	XA2	XA3
Talajvíz				
SO_4^{2-}, mg/l	MSZ EN 196-2	≥ 200 és ≤ 600	> 600 és ≤ 3000	> 3000 és ≤ 6000
pH	ISO 4316	≤ 6,5 és ≥ 5,5	< 5,5 és ≥ 4,5	< 4,5 és ≥ 4,0
agresszív CO_2 mg/l	MSZ EN 13577	≥ 15 és ≤ 40	> 40 és ≤ 100	> 100 telítésig
NH_4^+, mg/l Ammónium-ion	ISO 7150-1 vagy ISO 7150-2	≥ 15 és ≤ 30	> 30 és ≤ 60	> 60 és ≤ 100
Mg^{2+}, mg/l	ISO 7980	≥ 300 és ≤ 1000	> 1000 és ≤ 3000	> 3000 telítésig
Talaj				
SO_4^{2-} összes, mg/kg	MSZ EN 196-2	≥ 2000 és ≤ 3000	> 3000 és ≤ 12000	> 12000 és ≤ 24000
Savasság, ml/kg	DIN 4030-2	> 200 Baumann Gully fok	A gyakorlatban nem fordul elő	

A cement hidratációja során a trikalcium-aluminát – a kötésszabályozási céllal a cementhez adagolt gipsz jelenlétében – főtermékként kalcium-aluminát-szulfátokká, a természetben is előforduló „elsődleges" ettringitté és a természetben elő nem forduló monoszulfáttá alakul.

A monoszulfát hidráttermék ettringitté átalakulását külső körülmények (például szulfátos talajvíz) is befolyásolhatják. Szulfátos talajvíz hatására a monoszulfátból duzzadással kísért *„másodlagos" ettringit képződés* indul el.

A másodlagos ettringit kikristályosodása során a térfogatát 2,5-szeresére növeli, és ezeknek a kristályoknak a hatalmas duzzadása a betont szétrepeszti. Ezeket a tűkristályokat „cementbacilus"-nak is nevezik.

Minél több a cementben a trikalcium-aluminát, annál kevésbé szulfátálló.

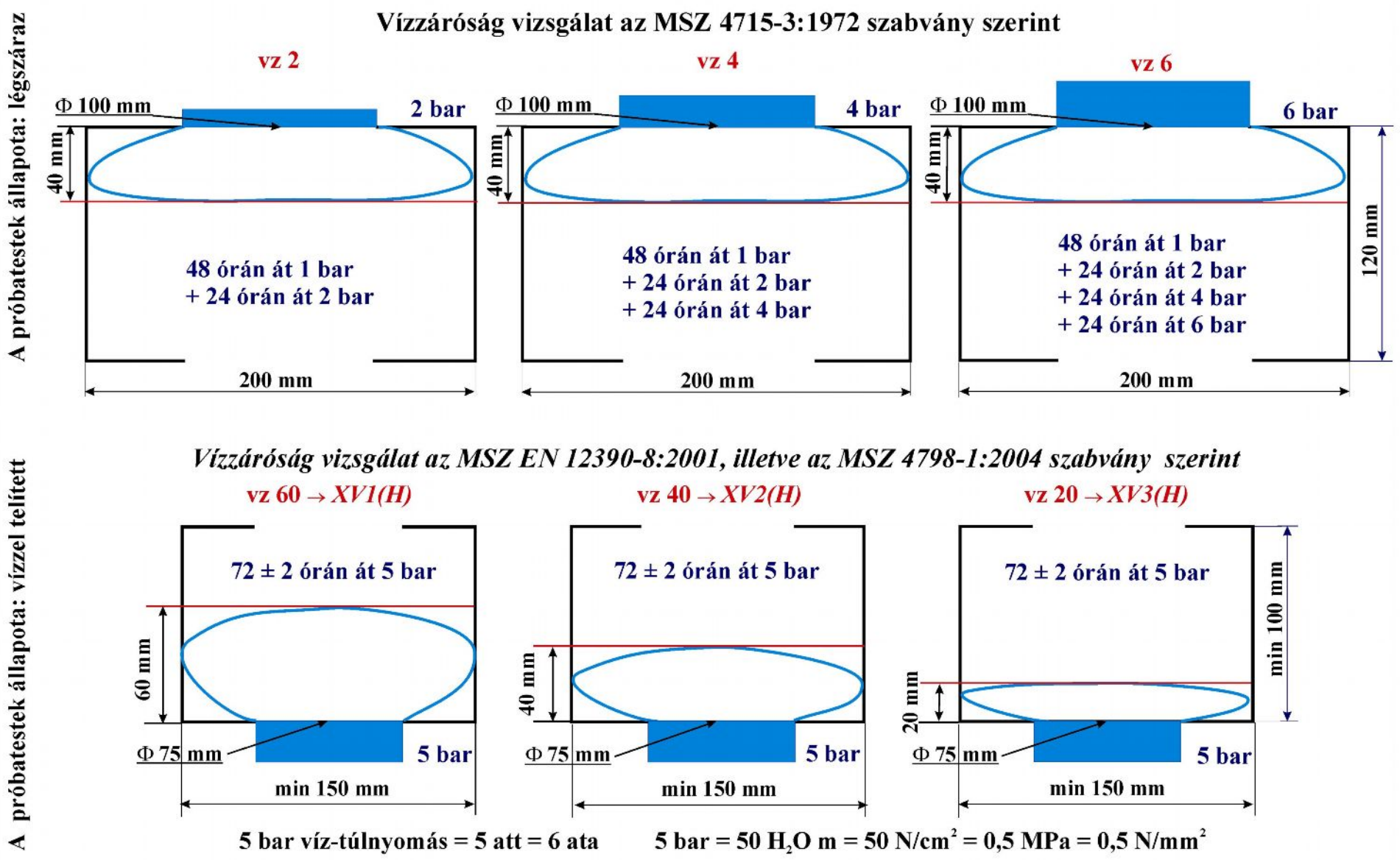
A portlandcement megengedett *szulfáttartalma* SO_3-ban kifejezve az MSZ EN 197-1:2000 szerint a 32,5 N, 32,5 R és 52,5 N szilárdsági osztályban 3,5 tömeg%, a 42,5 R, 52,5 N, 52,5 R szilárdsági osztályban és a CEM III cementfajta esetén általában 4,0 tömeg%.

Az MSZ 4737-1:2002 szabvány szerinti *szulfátálló cementek* (jelük: S) aluminát-modulusa (Al_2O_3/Fe_2O_3) ≤ 0,7; a *mérsékelten szulfátálló cementeké* (jelük: MS) ≤ 1,0.

Alkalmazási terület	Környezeti osztály jele	Beton nyomó-szilárdsági osztálya, legalább	Beton cement-tartalma, legalább, kg/m^3	Beton víz-cement tényezője, legfeljebb	Friss beton levegő-tartalma, legfeljebb, térfogat%
Talaj és talajvíz kémiai korróziójának ellenálló beton, vasbeton és feszített vasbeton szerkezetek					
Agresszív talajjal vagy talajvízzel érintkező, enyhén korrózióálló beton	**XA1**	**C30/37**	**300**	**0,55**	**2,0**
	Bármely MSZ EN 197-1:2000 szerinti CEM II fajtájú kohósalakportlandcement **Például: Fúrt cölöp**				
Agresszív talajjal vagy talajvízzel érintkező, mérsékelten korrózió- és szulfátálló beton	**XA2**	**C30/37**	**320**	**0,50**	**2,0**
	MSZ 4737-1:2002 szerinti MS jelű mérsékelten szulfátálló vagy S jelű szulfátálló portlandcement vagy CEM III/A fajtájú MS jelű kohósalakcement vagy CEM III/B szulfátálló kohósalakcement **Például: Fúrt cölöp**				
Agresszív talajjal vagy talajvízzel érintkező, erősen korrózió- és szulfátálló beton	**XA3**	**C35/45**	**360**	**0,45**	**2,0**
	MSZ 4737-1:2002 szerinti S jelű szulfátálló portlandcement vagy CEM III/B fajtájú szulfátálló kohósalakcement **Például: Fúrt cölöp, agresszív anyagok tárolótere**				

VÍZZÁRÓSÁG

Vízzáróság vizsgáló berendezések a BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszéken



Vízzáróság vizsgálat elve

a régi magyar és az új európai szabvány szerint

Vízzáró beton megnevezése és jele	Környezeti osztály jele	Beton nyomó-szilárdsági osztálya, legalább	Beton cement-tartalma, legalább, kg/m^3	Beton víz-cement tényezője, legfeljebb	Friss beton levegő-tartalma, legfeljebb, térfogat%
Vízzáró beton, vasbeton és feszített vasbeton szerkezetek					
vz60 jelű vízzáró beton	XV1(H)	C25/30	300	0,60	1,0
	Például: Pincefal, csatornafal, mélyalap, áteresz, folyóka, surrantóelem, mederlap, mederburkolóelem, rézsűburkolat, legfeljebb 1 m magas víztároló medence, záportározó, esővízgyűjtő akna				
vz40 jelű fokozottan vízzáró beton	XV2(H)	C30/37	300	0,55	1,0
	Például: Vízépítési szerkezetek, gátak, partfalak, 1 m-nél magasabb víztároló medence, föld alatti garázs, aluljáró külön szigetelőréteg nélkül, földalatti alaptestek, kiegyenlítő lemezek				
vz20 jelű igen vízzáró beton	XV3(H)	C30/37	300	0,50	1,0
	Például: Mélygarázs, mélyraktár, alagút külön szigetelőréteg nélkül				

KOPÁSÁLLÓSÁG

MSZ 18290-1:1981 szerinti Böhme koptatógép

A Böhme-féle kopásállóság vizsgálat Magyarországon 1951 óta szabványos (MNOSZ 1221)

A *Böhme*-féle berendezés acél tárcsája átmérője 750 mm, a koptató pálya sugara 220 mm, hossza 1382,3 mm.

A próbatest mérete: 70,7 mm élhosszúságú kocka, alapfelülete 50 cm^2. A próbatestet 30 kp = 294,2 N erővel nyomjuk az acéltárcsához.

Ma a *Böhme*-féle koptatási vizsgálat 16 periódusból, 1 periódus 22 fordulatból áll, tehát az összes fordulat száma 16·22 = 352.

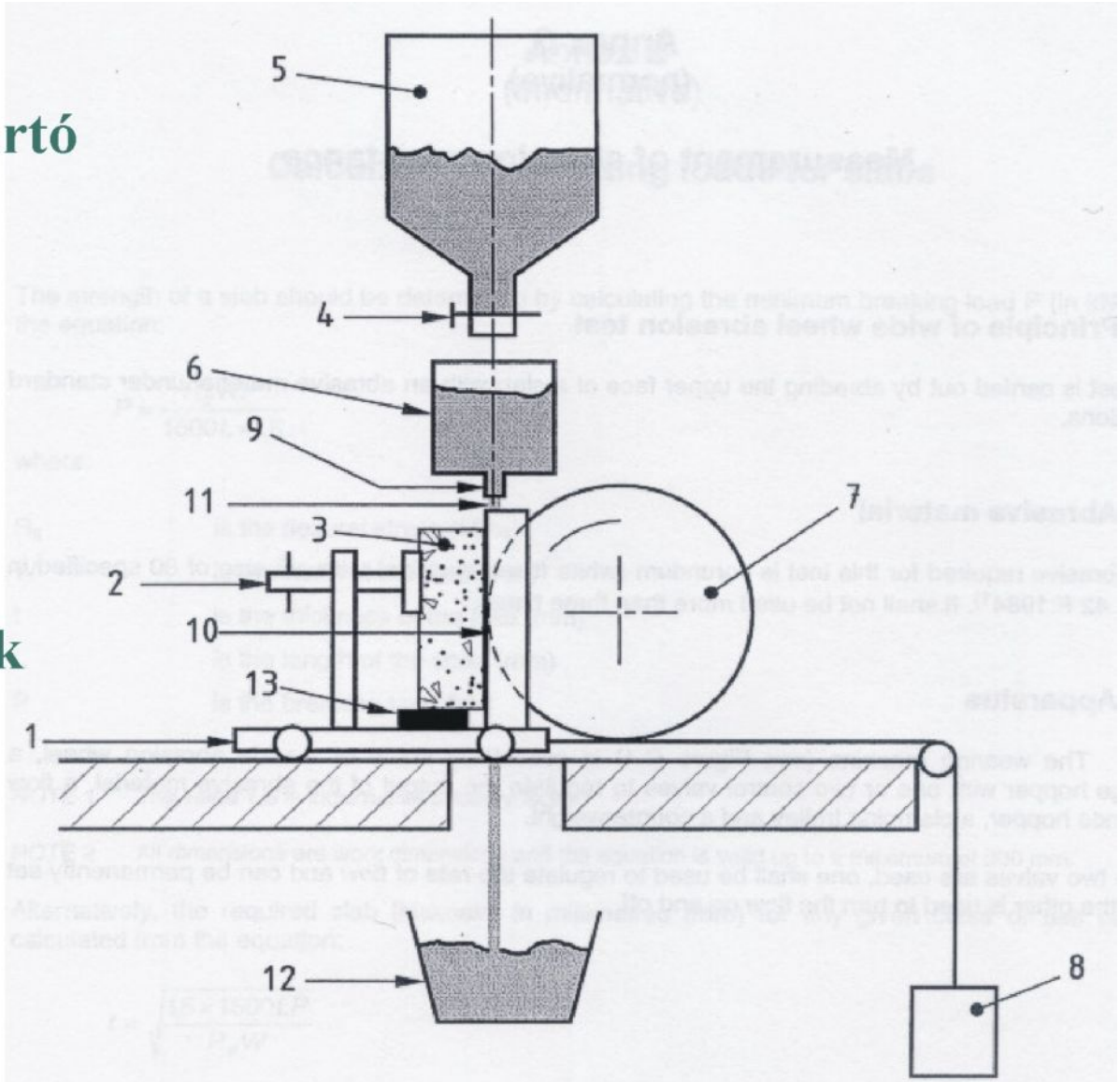
Minden 22 fordulatból álló periódus után 20 g tömegű, 0,115-0,275 mm szemnagyságú elektrokorund csiszolóport kell a pályára szórni.

Vizes vizsgálat esetén a *vízzel telített próbatest* elé, a koptató pályára juttatandó víz mennyisége 22 fordulatú periódusonként 10 cm^3.

A koptatás térfogati ellenállással szemben végzett munka, ezért a vizsgálat eredménye az 50 cm^2 alapfelületű test térfogatvesztesége cm^3-ben kifejezve. Például: k9/14 azt jelenti, hogy a térfogatveszteség száraz vizsgálattal 9 cm^3, vizes vizsgálattal 14 cm^3 volt.

Kopásálló beton megnevezése és jele *Böhme*-féle koptatás esetén	Környezeti osztály jele	Beton nyomó-szilárdsági osztálya, legalább	Beton cement-tartalma, legalább, kg/m^3	Beton víz-cement tényezője, legfeljebb	Friss beton levegő-tartalma, legfeljebb, térfogat%
Kopásálló beton, vasbeton és feszített vasbeton szerkezetek					
Mérsékelten kopásálló, k14/21 jelű kavics- vagy zúzottkőbeton	XK1(H)	C30/37	310	0,50	2,0
	Például: Siló, bunker, tartály könnyű anyagok tárolására, garázspadozat, lépcső, járólap, kopásálló réteggel ellátott ipari padlóburkolat kopásálló réteg nélkül				
Kopásálló, k12/18 jelű zúzottkőbeton	XK2(H)	C35/45	330	0,45	2,0
	Például: Nehéz anyagok tárolója, gördülő hordalékkal érintkező beton, egyrétegű járdalap és monolit járda, kétrétegű járdalap kopórétege, közönséges útszegélyelem, lépcső, vasbeton lépcső, aknafedlap				
Fokozottan kopásálló, k10/15 jelű zúzottkőbeton	XK3(H)	C40/50	350	0,40	2,0
	Például: Egyrétegű útburkolóelem, kétrétegű útburkolóelem kopórétege, kopásálló útszegélyelem, vasalatlan útpályaburkolat, repülőtéri pályaburkolat, konténer átrakó állomás térburkolata				
Igen kopásálló, k8/12 jelű zúzottkőbeton	XK4(H)	C45/55	370	0,35	2,0
	Például: Ipari padlóburkolat, amelyre nem kerül kopóréteg				
Különlegesen kopásálló, k6/9 jelű zúzottkőbeton	XK5(H)	C50/60	390	0,35	1,0
	Például: Vibropréselt térburkolóelem				

1. Mozgatható próbatesttartó
2. Állítócsavar
3. Próbatest
4. Szabályozó csap
5. Csiszolópor előtartály
6. Csiszolópor tartály
7. Koptatókorong
8. Ellensúly
9. Csiszolópor kifolyócsonk
10. Kopásnyom
11. Csiszolópor kifolyás
12. Csiszolópor gyűjtő
13. Ék



MSZ EN 1341:2002 (Útburkoló kőlapok)
C melléklete szerinti koptatógép

Ha valamely beton többféle környezeti hatásnak van kitéve,

akkor „azokat a környezeti körülményeket, amelyeknek (a beton) ki van téve, szükséges lehet…

a környezeti osztályok kombinációjaként kifejezni.”

(MSZ EN 206-1:2002)

Például valamely esőnek és fagynak kitett, olvasztó sózás nélküli, agresszív talajvízzel érintkező vasbeton támfal légbuborékképző adalékszer nélkül, szulfátálló cementtel készülő betonjának

környezeti osztály csoportja:

XC4, XF1, XA2, XV1(H);

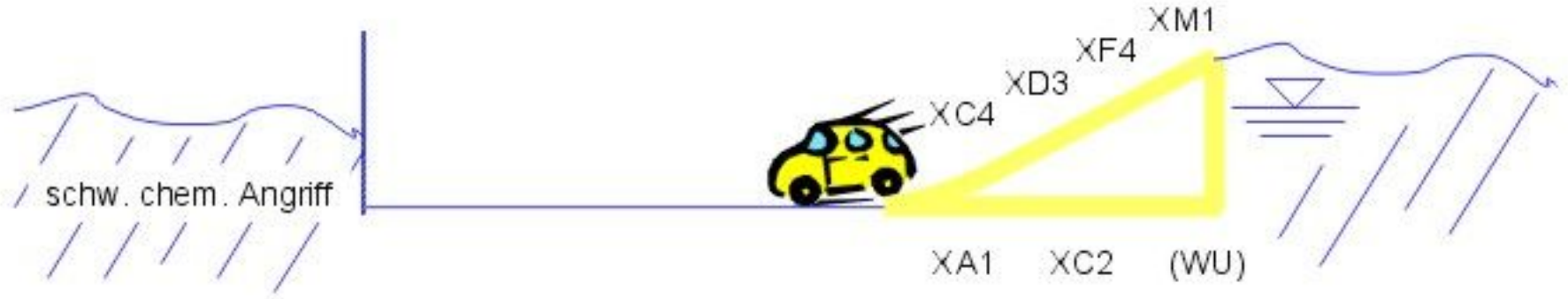
XC4	C30/37	$c \geq 300$	$x \leq 0{,}5$	$V_{lev} \leq 2$
XF1	C30/37	$c \geq 300$	$x \leq 0{,}55$	$V_{lev} \leq 2$
XA2	C30/37	$c \geq 320$	$x \leq 0{,}5$	$V_{lev} \leq 2$
XV1(H)	C25/30	$c \geq 300$	$x \leq 0{,}6$	$V_{lev} \leq 1$

A környezeti osztályok kombinálása szempontjából kivétel

Ha a légbuborékos fagyálló beton (nevezzük LP-betonnak is, környezeti osztálya XF2, XF3, XF4) környezeti osztályát kombináljuk egy vagy több másik környezeti osztállyal (kivétel XN, X0, XC környezeti osztály csoport), akkor a másik környezeti osztály (a következő példában XD3) beton nyomószilárdsági osztályának követelménye egy osztállyal csökkenthető.

(Forrás: „Betonherstellung und Verwendung nach neuer Norm” című, Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E. V., Berlin, 2003. kiadású könyv 43. oldala)

Beispiel
Grenzwerte der Zusammensetzung für den Beton der Rampe



Rampe

		Zementgehalt [kg/m³]			
			mit Typ II	w/z-Wert	Festigkeit
Außenbauteil, bewehrt	XC4 (oben)	280	270	0,60	C25/30
Chloridangriff, ohne Frost	XD3 (oben)	320	270	0,45	C35/45
Frost-Taumittelangriff, horizontale Fläche	XF4 (oben)	320	320	0,50	C30/37
Mäßige Verschleißbeanspruchung	XM1 (oben)	300	270	0,55	C30/37
Schwacher chemischer Angriff	XA1 (unten)	280	270	0,60	C25/30
Gründungsbauteil, nass selten trocken	XC2 (unten)	240	240	0,75	C16/20
Hoher Wassereindringwiderstand für h > 0,40 m	(WU)	-	-	0,70	-

Mindestanforderungen an die Betonzusammensetzung		Zementgehalt			
			mit Typ II	w/z-Wert	Festigkeit
	LP-Beton	320	320	0,45	C30/37

Teil der Festlegung	Stahlbeton C30/37 XC4, XD3, XF4, XM1, XA1 (WU)

Friss beton
levegőtartalma
és testsűrűsége
2009/5/28 16:44

Az építési célnak – beleértve a tartósságot is – csak a kellően bedolgozott, megkövetelt tömörségű, zárványmentes beton felel meg, ezért a bedolgozott friss beton levegőtartalmát korlátozni kell.

Magyarországon a közönséges friss beton bennmaradt levegőtartalmának (a levegőzárványoknak) tervezési értéke

- **általában legfeljebb 2,0 térfogat%;**
- **légbuborékképző adalékszer nélkül készülő *függőleges felületű fagyálló beton* esetén legfeljebb 1,5 térfogat% (XF1);**
- **légbuborékképző adalékszer nélkül készülő *vízszintes felületű fagyálló beton* [XF3(BV-MI)] esetén és *függőleges felületű fagy- és olvasztósó-álló beton* esetén [XF2(BV-MI)] legfeljebb 1,0 térfogat%;**
- ***különlegesen kopásálló beton* (XK5(H) esetén és *vízzáró beton* esetén legfeljebb 1,0 térfogat%;**
- **légbuborékképző adalékszerrel készülő beton esetén 4-8 térfogat%.**

Az adalékszer nélküli friss beton

adalékanyag-tartalmának *tervezett* térfogata:

$$\frac{M_{adalékanyag}}{\rho_{adalékanyag}} = 1000 - \frac{M_{cement}}{\rho_{cement}} - \frac{M_{víz}}{\rho_{víz}} - V_{levegő} \quad [liter/m^3]$$

A bedolgozott friss beton *tervezett* testsűrűsége:

$$\rho_{friss\,beton\,tervezett} = M_{cement} + M_{adalékanyag} + M_{víz} \quad [kg/m^3]$$

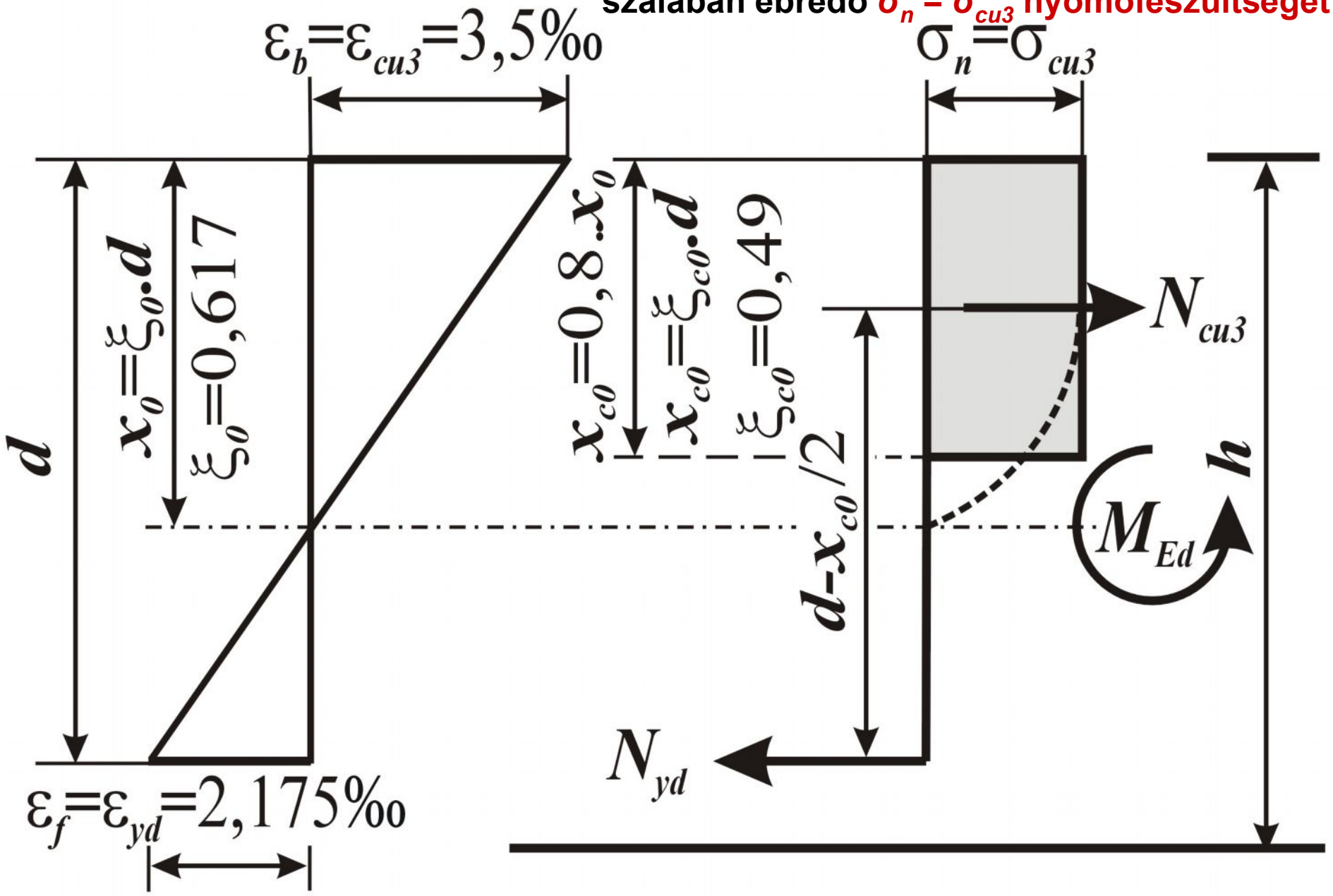
A bedolgozott friss beton *tényleges* levegő-tartalma:

$$V_{\ell,test} = 1000 - \frac{\rho_{friss\,beton\ test}}{\rho_{friss\,beton\ tervezett}} \cdot \left(\frac{1000 \cdot M_c}{\rho_c} + x \cdot M_c + \frac{1000 \cdot M_a}{\rho_a} \right) \quad [liter/m^3]$$

Követelmény: $V_{\ell,\,test} \leq V_{levegő}$

Ezek után
mit tesz a
statikus mérnök?
2010/3/3 21:58

Meghatározza a keresztmetszetre ható M_{Ed} hajlítónyomatékból, mint az igénybevétel tervezési értékéből, a beton keresztmetszet nyomott szélső szálában ébredő $\sigma_n = \sigma_{cu3}$ nyomófeszültséget



Ha feltételezzük, hogy négyszög keresztmetszet esetén:
- a hajlított vasbeton tartó keresztmetszetének szélessége *b*, magassága *h*;
- az acélbetét hatásvonalának a nyomott szélső száltól való távolsága (egy sor húzott acélbetét esetén), azaz a hatékony magasság: $d = h - c_{nom} - Ø_{st} - Ø_s/2$;
akkor a keresztmetszetre ható M_{Ed} hajlítónyomaték, mint az igénybevétel tervezési értéke, a beton nyomott övében, ill. a nyomott szélső szálban $\sigma_n = \sigma_{cu3}$ nyomófeszültséget ébreszt,

$$\sigma_{cu3} = \frac{M_{Ed}}{x_{c0} \cdot \left(d - \frac{x_{c0}}{2}\right) \cdot b} = \frac{M_{Ed}}{d^2 \cdot \left(\xi_{c0} - \frac{\xi_{c0}^2}{2}\right) \cdot b} = 2{,}7 \cdot \frac{M_{Ed}}{d^2 \cdot b}$$

A tartószerkezet teherbírása akkor megfelelő, ha a teherbírás tervezési értéke (R_d) az igénybevétel tervezési értékénél (E_d) a tartó minden keresztmetszetében nagyobb, azzal legfeljebb egyenlő:

$$E_d \leq R_d$$

A beton nyomószilárdságának — az igénybevételből számított — szabványos, 28 napos korú, végig vízben tárolt próbahengeren értelmezett, legkisebb (megkövetelt) jellemző értéke ($f_{ck,cyl,min}$) a beton nyomófeszültségének értékéből ($\sigma_n = \sigma_{cu3}$) a következőképpen adódik:

$$f_{ck,cyl,min} = \frac{\gamma_c}{\alpha_{cc}} \cdot \sigma_{cu3}$$

ahol:

- **α_{cc} a tartós szilárdság figyelembevételére szolgáló csökkentő tényező, értéke α_{cc} = 0,85 (MSZ EN 1992-1-1:2005 szabvány 3.1.6. szakasza szerint);**

- **γ_c a beton biztonsági (parciális) tényezője, értéke teherbírási határállapot vizsgálata során, tartós és ideiglenes tervezési állapotban általában γ_c = 1,5 (MSZ EN 1992-1-1:2005 szabvány 2.4.2.4. szakasza és 2.1N. táblázata szerint).**

Követelmény, hogy a beton nyomószilárdsági osztályához tartozó nyomószilárdság tervezési értéke (f_{cd}) az igénybevételből számított nyomófeszültség értéknél (σ_{cu3}) nagyobb, vagy azzal legalább azonos értékű legyen:

$$f_{cd} \geq \sigma_{cu3}$$

Ezzel egyidejűleg teljesül, hogy a beton nyomószilárdsági osztályához tartozó előírt jellemző érték ($f_{ck,cyl}$) a nyomófeszültség értékéből (σ_{cu3}) számított megengedett legkisebb jellemző értéknél ($f_{ck,cyl,min}$) nagyobb, vagy azzal legalább azonos értékű:

$$f_{ck,cyl} \geq f_{ck,cyl,min},$$

Az adott keresztmetszeti méretű vasbeton tartó betonjának nyomószilárdságát tehát úgy kell megtervezni, hogy a beton nyomószilárdságának szabványos próbahengeren értelmezett előírt jellemző értéke ($f_{ck,cyl}$) legalább akkora legyen, mint az igénybevételből, azaz a nyomófeszültség értékéből (σ_{cu3}) számított legkisebb (megkövetelt) jellemző értéke ($f_{ck,cyl,min}$).

A közönséges, normál szilárdságú betonok nyomószilárdságának tervezési értéke (f_{cd})

Beton nyomószilárdsági osztálya									
C8/10	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
Beton nyomószilárdságának próbahengeren értelmezett előírt jellemző értéke, $f_{ck,cyl}$, N/mm² $30 = f_{ck,cyl} = f_{cd} \cdot \gamma_c / \alpha_{cc} = 17 \cdot 1{,}5/0{,}85$									
8	12	16	20	25	30	35	40	45	50
Beton nyomószilárdságának tervezési értéke a tartós szilárdság figyelembevétele nélkül (Eurocode 2), f_{cd}, N/mm²									
5,3	8,0	10,7	13,3	16,7	20,0	23,3	26,7	30,0	33,3
Beton nyomószilárdságának tervezési értéke a tartós szilárdság figyelembevételével (Eurocode 2), f_{cd}, N/mm²									
4,5	6,8	9,1	11,3	14,2	17,0	19,8	22,7	25,5	28,3

Az *erőtani számítás* eredménye alapján megállapított nyomószilárdsági osztály és a *környezeti feltételek* alapján megkövetelt legkisebb nyomószilárdsági osztály *eltérő lehet*.

A kettő közül a nagyobb nyomószilárdsági osztályt kell mértékadónak tekinteni, és az ehhez tartozó víz-cement tényezőt, cementtartalmat, a megengedett levegőtartalom megszabta megkövetelt testsűrűséget kell a betongyártáshoz követelményként elfogadni. (Lásd még az EN 1992-1-1:2004 Eurocode 2 szabvány 4.2. fejezetében lévő megjegyzést is.)

Ezek az elfogadott értékek ki kell elégítsék a vonatkozó környezeti osztályok követelményeit is.

A közönséges, normál szilárdságú betonok nyomószilárdságának tervezési értéke

Beton nyomószilárdsági osztálya									
C8/10	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
Beton nyomószilárdságának próbahengeren értelmezett előírt jellemző értéke, $f_{ck,cyl}$, N/mm² $30 = f_{ck,cyl} = f_{cd} \cdot \gamma_c / \alpha_{cc} = 17 \cdot 1{,}5/0{,}85$									
8	12	16	20	25	30	35	40	45	50
Beton nyomószilárdságának tervezési értéke a tartós szilárdság figyelembevétele nélkül (Eurocode 2), f_{cd}, N/mm²									
5,3	8,0	10,7	13,3	16,7	20,0	23,3	26,7	30,0	33,3
Beton nyomószilárdságának tervezési értéke a tartós szilárdság figyelembevételével (Eurocode 2), f_{cd}, N/mm²									
4,5	6,8	9,1	11,3	14,2	17,0	19,8	22,7	25,5	28,3
Beton nyomószilárdságának próbahengeren értelmezett előírt átlag értéke (Eurocode 2), $f_{cm,cyl}$, N/mm²									
16	20	24	28	33	38	43	48	53	58

MSZ EN 1992-1-1:2005 (Eurocode 2) szabvány 3.1. táblázata szerint

$$f_{cm} = f_{ck} + 8\ \text{N/mm}^2$$

ahol

f_{cm} **a beton nyomószilárdságának szabványos méretű és végig víz alatt tárolt próbahengeren értelmezett, előírt átlag értéke, és**

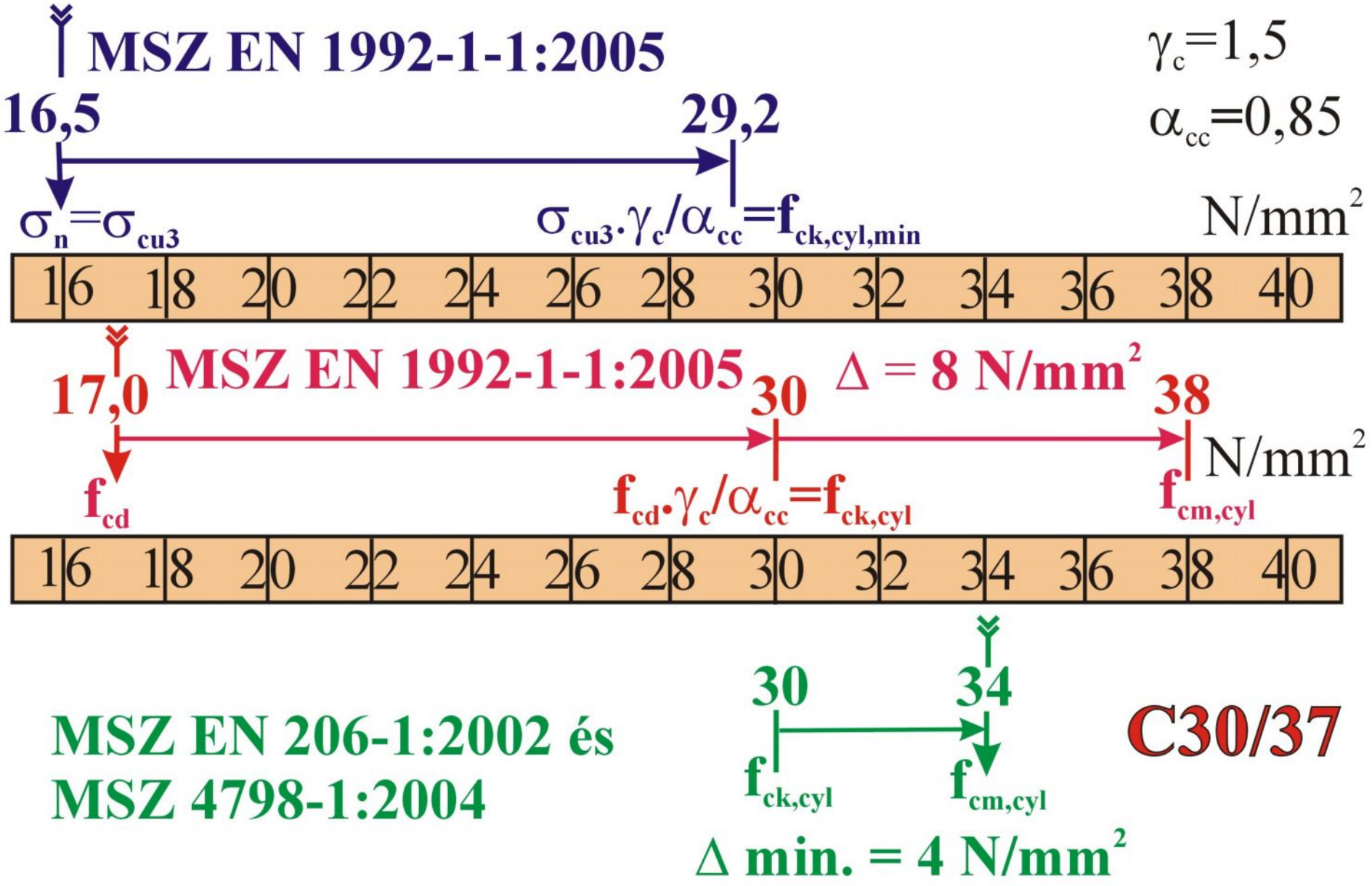
f_{ck} **a beton nyomószilárdságának ugyanilyen szabványos próbahengeren értelmezett, előírt jellemző értéke.**

Ugyanakkor az MSZ EN 206-1:2002 és MSZ 4798-1:2004 szabványok szerint a kezdeti gyártás során:

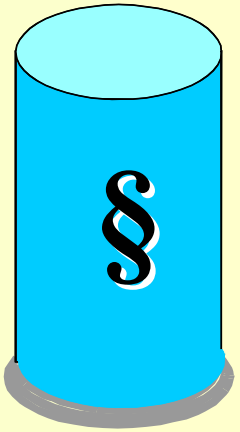
≤ C50/60 osztály esetén: $f_{cm,test} = f_{ck} + 4\ \text{N/mm}^2$

≥ C55/67 osztály esetén: $f_{cm,test} \geq f_{ck} + 5\ \text{N/mm}^2$

A beton nyomószilárdsága tervezési, jellemző és átlag értékének összevetése a tartós szilárdság figyelembevételével



Az MSZ EN 1992-1-1:2005 és az MSZ EN 206-1:2002 szabvány a beton nyomószilárdságának megfelelőségét a 150 mm átmérőjű, 300 mm magas, végig víz alatt tárolt próbahengerek nyomószilárdsága alapján ítéli meg, következésképpen a megfelelőségi feltételek is ezekre a szabványos hengerekre vonatkoznak.



Az MSZ 4798-1:2004 szabvány megengedi a 150 mm élhosszúságú, vegyesen tárolt próbakockák alkalmazását is, amely lehetőséggel szívesen élünk.

Az MSZ EN 206-1:2002 európai szabvány, ill. annak nemzeti alkalmazási dokumentuma, az MSZ 4798-1:2004 szabvány szerint C50/60 nyomószilárdsági osztályig:

$f_{c,cube}/f_{c,cyl} = 0{,}97/0{,}76$

a végig víz alatt tárolt, 150 mm élhosszúságú közönséges beton próbakocka és 150 mm átmérőjű, 300 mm magas próbahenger nyomószilárdságának hányadosa, és

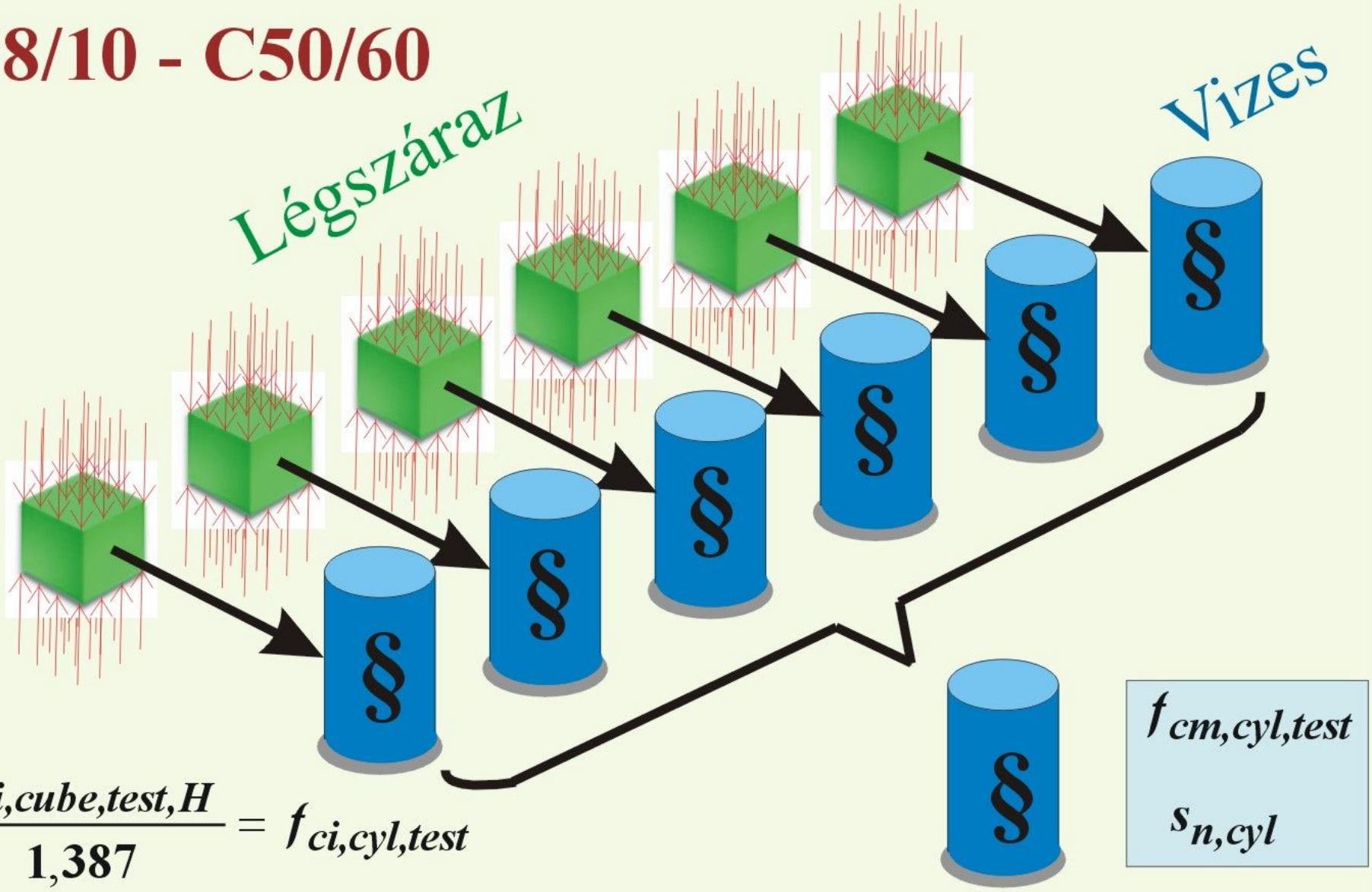
$f_{c,cube}/f_{c,cube,H} = 0{,}92$

a végig víz alatt tárolt és a vegyesen tárolt, 150 mm élhosszúságú közönséges beton próbakocka nyomószilárdságának hányadosa,

és ezért a vegyesen tárolt, 150 mm élhosszúságú közönséges beton próbakocka nyomószilárdságának ($f_{c,cube,H}$) és a végig víz alatt tárolt, 150 mm átmérőjű, 300 mm magas közönséges beton próbahenger nyomószilárdságának ($f_{c,cyl}$) kapcsolata:

$f_{c,cube,H} = 0{,}97/(0{,}76 \cdot 0{,}92) \cdot f_{c,cyl} \sim 1{,}387 \cdot f_{c,cyl} \sim 1{,}4 \cdot f_{c,cyl}$

C8/10 - C50/60



$$\frac{f_{ci,cube,test,H}}{1{,}387} = f_{ci,cyl,test}$$

$f_{cm,cyl,test}$

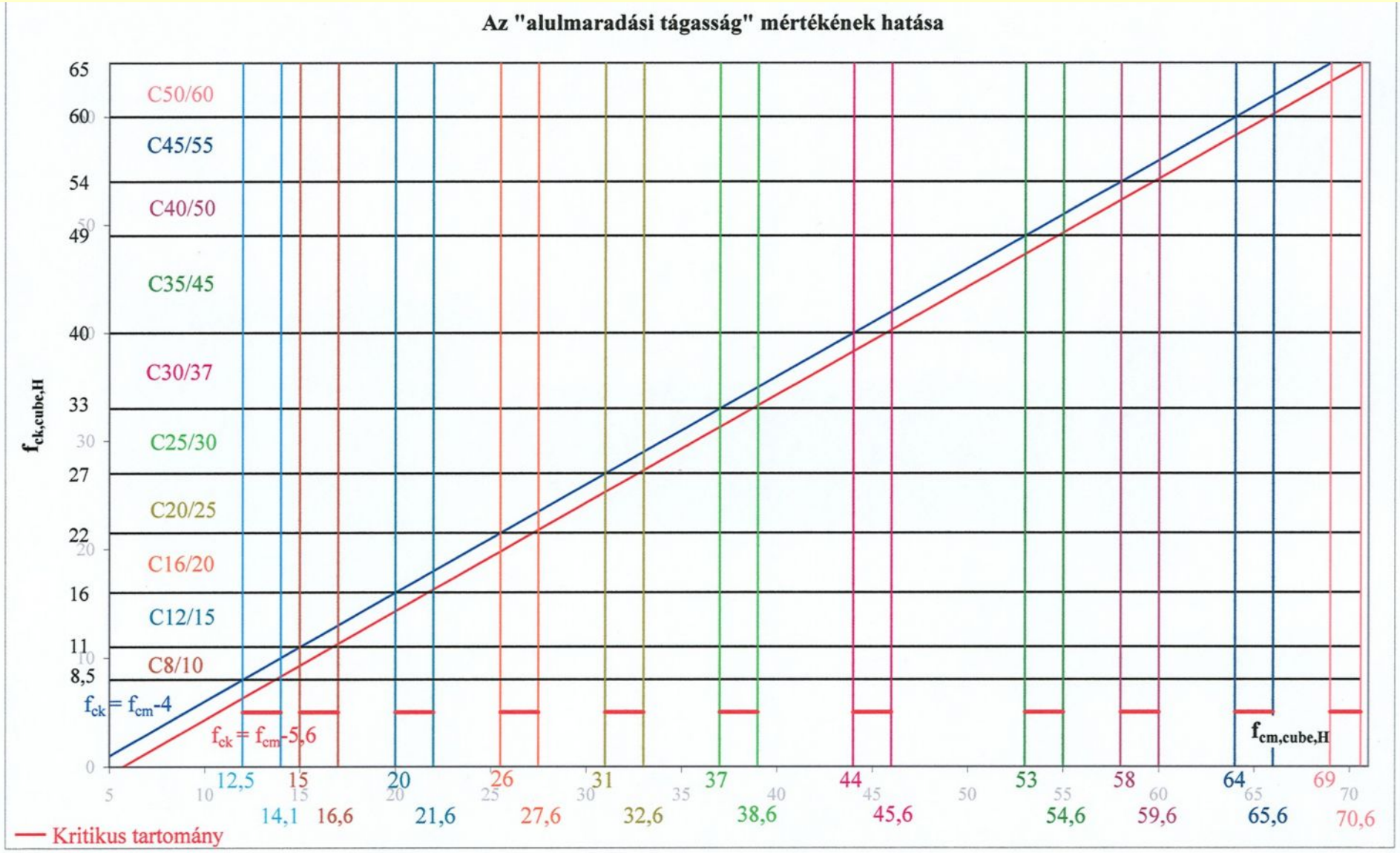
$s_{n,cyl}$

$$f_{ck,cyl} \leq f_{cm,cyl,test} - \lambda_n \cdot s_{n,cyl} = f_{ck,cyl,test}$$

(Az osztó értéke C55/67 – C100/115 között : 1,261)

Az „alulmaradási tágasság” konvencióját eltorzítjuk, ha az EN 206-1 szabványban szereplő Δ = 4 értéket alkalmazzuk a vegyesen tárolt próbakockákra, mert azokra az „alulmaradási tágasság” helyes értéke: Δ = 4·1,387 = 5,6.

Ugyanerre a megállapításra jutunk nem csak az „alulmaradási tágasság” bármely konstans értéke (pl. 6, 8, 12 stb.), hanem a Δ = λ·σ vagy Δ = t·σ, ill. Δ = λ·s vagy Δ = t·s szorzat esetén is.



A gyártó a folyamatos gyártás eredményét, az MSZ 4798-1:2004 szabvány szerint az

$$f_{ck,cyl,test} = f_{cm,cyl,test} - \lambda . s_{n,cyl}$$ **formulával értékeli,**

ahol $\lambda = \lambda_{15,\ Taerwe} = 1{,}48$.

Ez a formula feltételezi, hogy

1. **a nem megfelelő friss betont nem építjük be, vagy utólag megerősítjük;**
2. **ha a gyártó „kritikusan jó” betont készít, akkor azt a feltételrendszer 0,7 körüli valószínűséggel megfelelőnek minősíti.**

E feltételezéssel szembeni észrevétel:

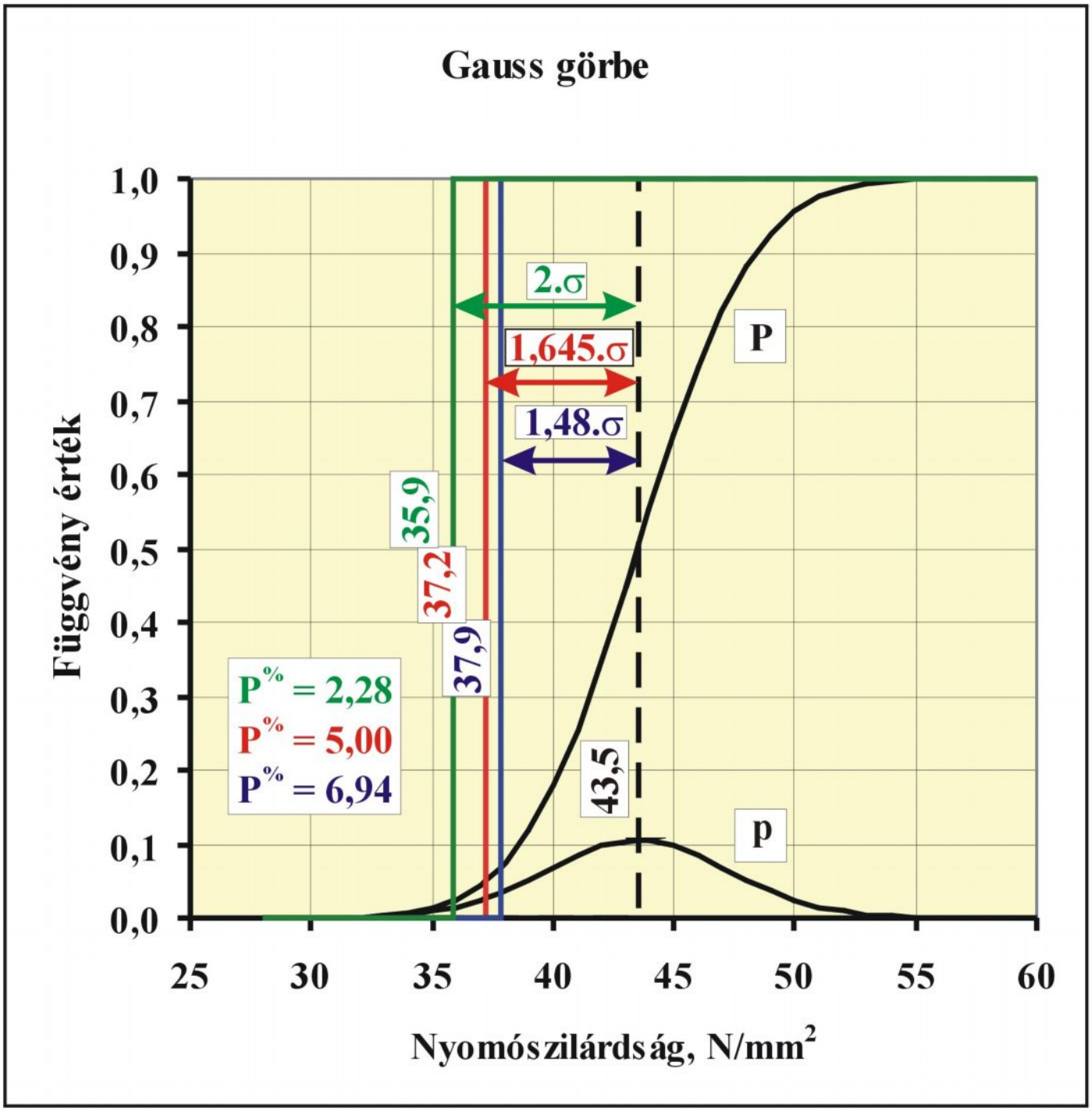
1. **a friss beton sorsát nem lehet nyomon követni, és a későbbiekben nem lehet megerősíteni;**

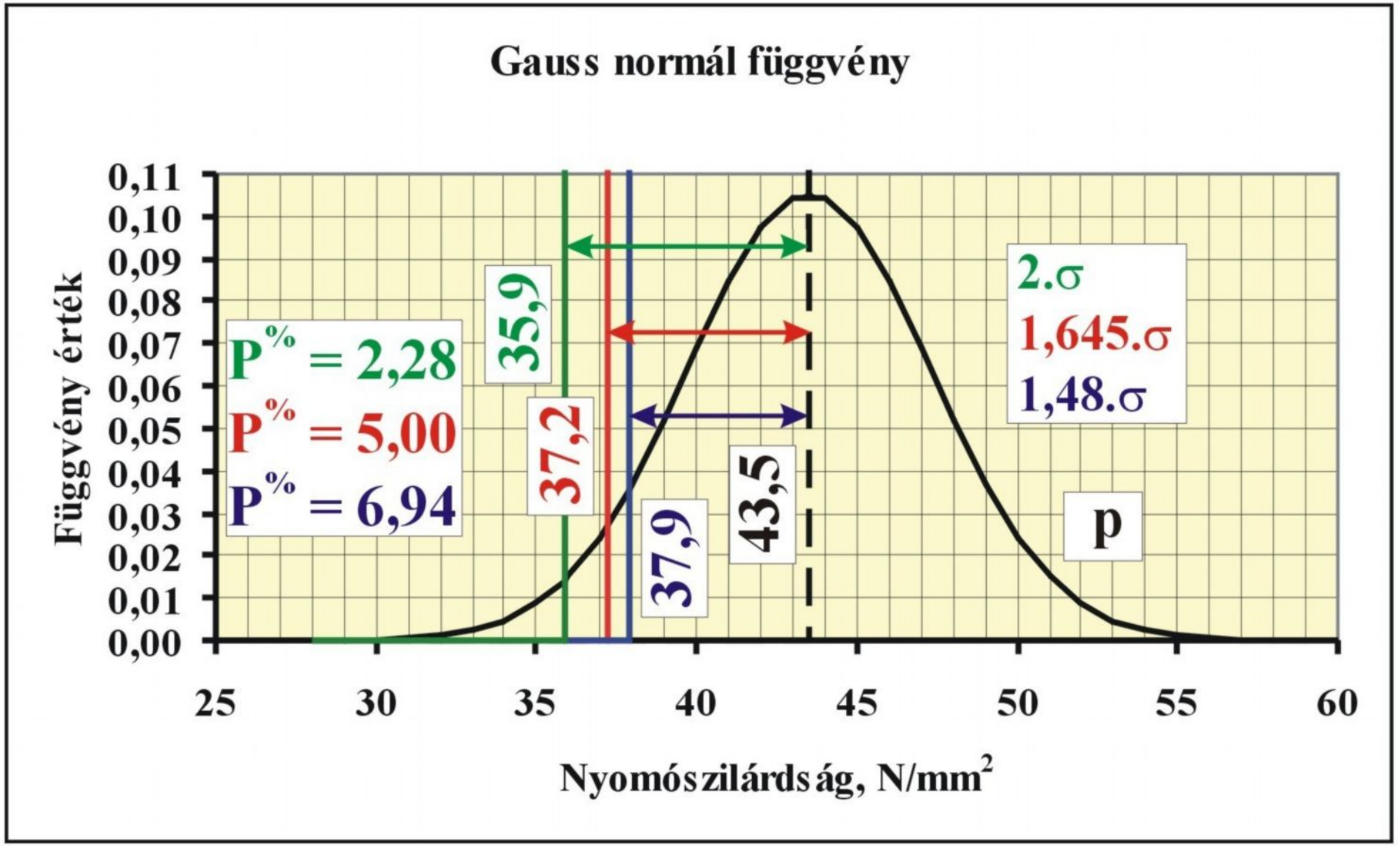
2. **szerkezeteink biztonsága szempontjából méltányolható lenne az olyan módszer alkalmazása, amelyben az átadó és az átvevő kockázata nem 30-70 %, hanem 50-50 %, különösen akkor, ha a szerkezet tervezett használati élettartama 100 év.**

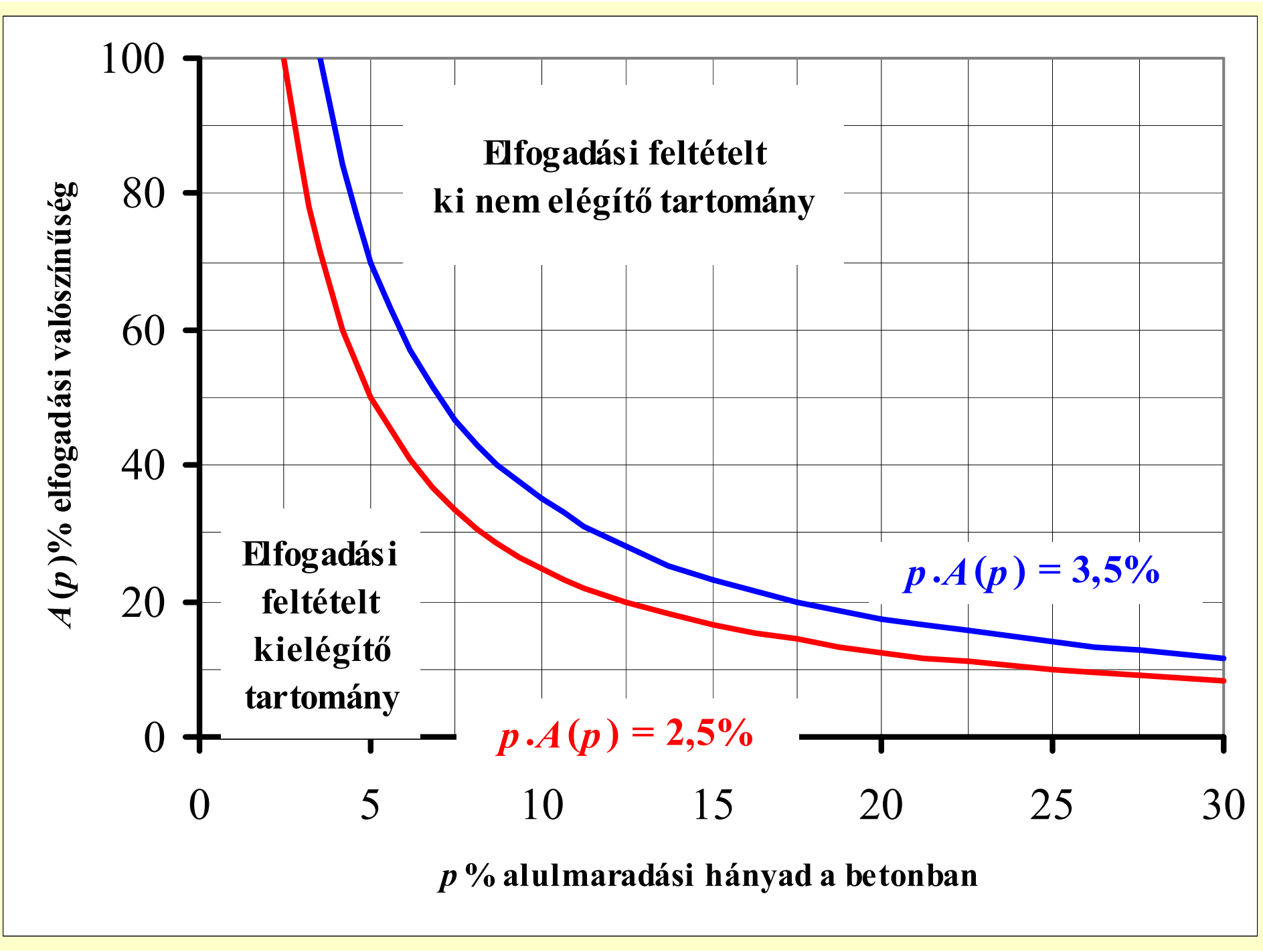
Ezért véleményünk szerint az átadás-átvételi eljárás esetén a vizsgálat eredményének értékelése során a *Student*-féle eljárás alapján kell eljárni:

$$f_{ck,cyl,test} = f_{cm,cyl,test} - \lambda_{n,Student} \cdot s_{n,cyl}$$

Mintaszám ***n***	***Student*-tényező** t_n	***Taerwe*-tényező** λ_n
3	**2,920**	**2,67**
6	**2,015**	**1,87**
9	**1,860**	**1,67**
15	**1,761**	***1,48***
∞	***1,645***	


Gauss görbe
Függvény érték
1,0
0,9
0,8
0,7
0,6
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
0,0
25
30
35
40
45
50
55
60
Nyomószilárdság, N/mm2
2.σ
1,645.σ
1,48.σ
35,9
37,2
37,9
43,5
P
p
P% = 2,28
P% = 5,00
P% = 6,94


Gauss normál függvény
Függvény érték
0,11
0,10
0,09
0,08
0,07
0,06
0,05
0,04
0,03
0,02
0,01
0,00
25
30
35
40
45
50
55
60
Nyomószilárdság, N/mm²
P% = 2,28
P% = 5,00
P% = 6,94
35,9
37,2
37,9
43,5
2.σ
1,645.σ
1,48.σ
p


100
80
60
40
20
0
0
5
10
15
20
25
30
A (p)% elfogadási valószínűség
p % alulmaradási hányad a betonban
Elfogadási feltételt
ki nem elégítő tartomány
Elfogadási
feltételt
kielégítő
tartomány
p .A (p) = 3,5%
p .A (p) = 2,5%

Minta jele	Próba-kocka $f_{ci,cube,test,H}$	Próba-henger $f_{ci,cyl,test}$	*2. feltétel* $f_{ci,cyl,test} \geq f_{ck,cyl} - 4$
1.	48,7	35,1	35,1 > 21,0
2.	47,7	34,4	34,4 > 21,0
3.	44,5	32,1	32,1 > 21,0
4.	46,6	33,6	33,6 > 21,0
5.	45,8	33,0	33,0 > 21,0
6.	47,6	34,3	34,3 > 21,0
7.	43,1	31,1	31,1 > 21,0
8.	43,8	31,6	31,6 > 21,0
9.	46,2	33,3	33,3 > 21,0

$f_{cm,cyl,test}$ =	33,2	átlag
s_9 =	1,37	szórás
s_{min} =	3/1,387 = 2,2	szórás legalább
t_9 =	1,86	*Student*-tényező

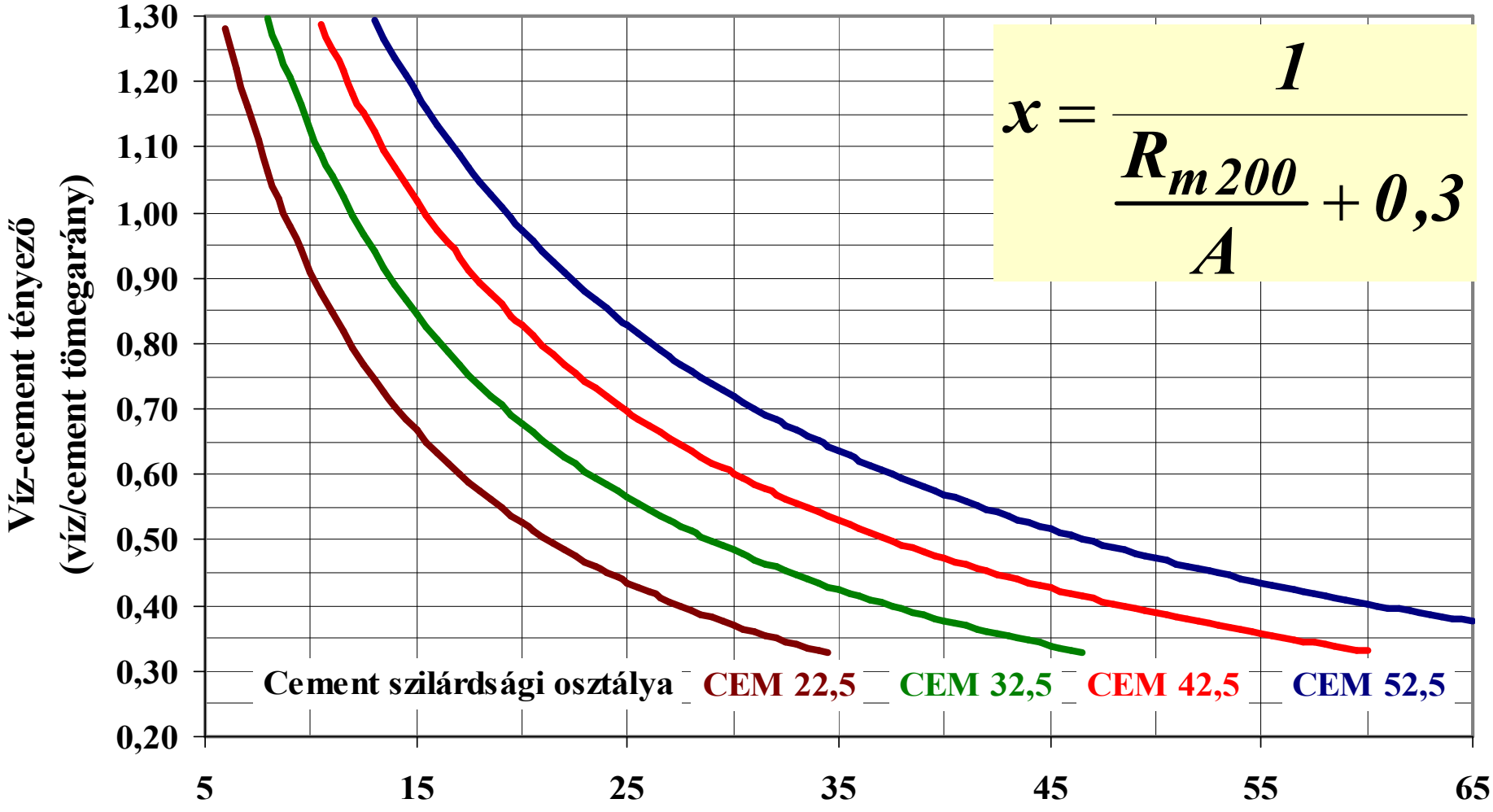
$$f_{ck,cyl,test} = f_{cm,cyl,test} - t_9 \cdot s_{min} = 33,2 - 4,1 = 29,1$$

1. feltétel

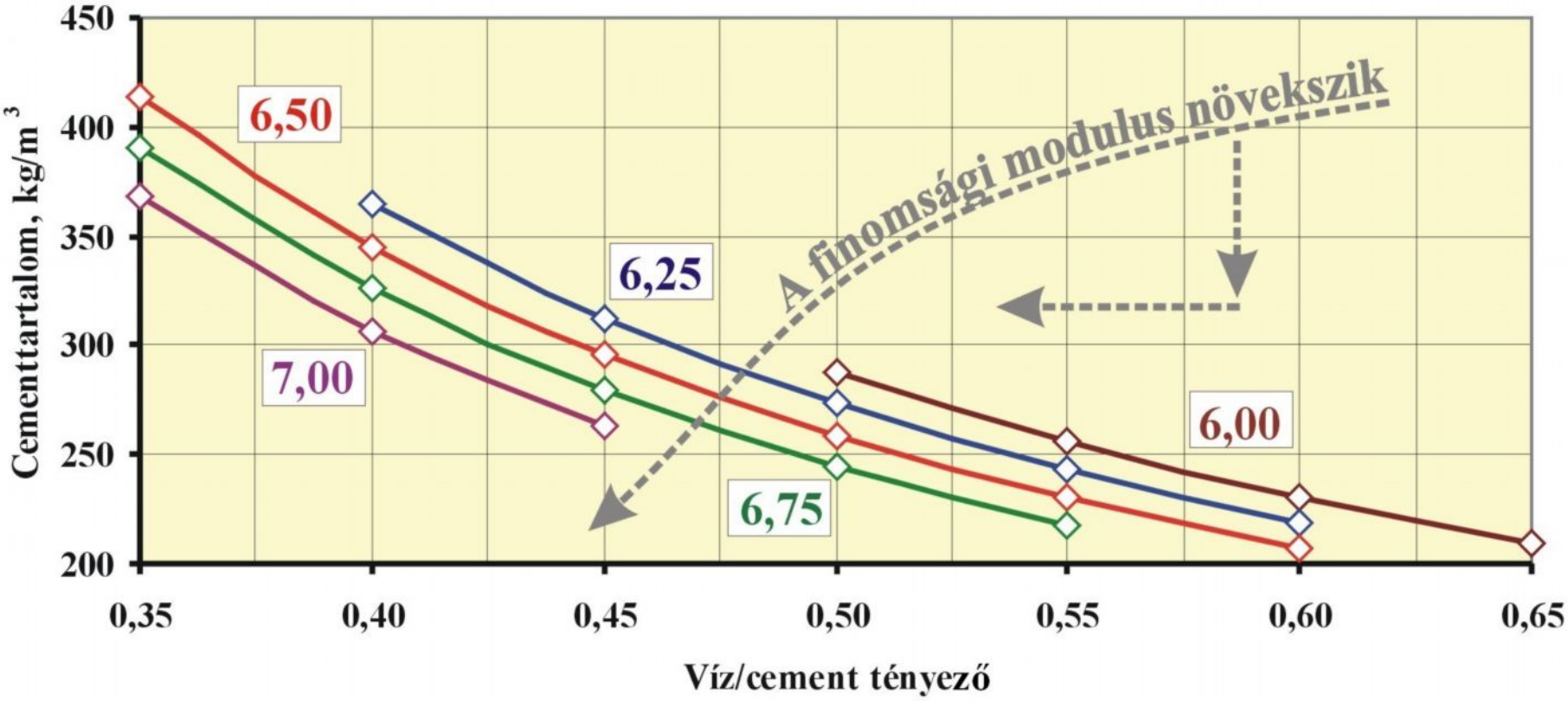
$$f_{ck,cyl,test} = 29,1 > 25,0 = f_{ck,cyl}$$

Nyomószilárdsági osztály:	Mértékegység: N/mm^2
C25/30	

A víz-cement tényező a cement minőség és a 200 mm méretű, vegyesen tárolt betonkocka átlagos nyomószilárdsága függvényében

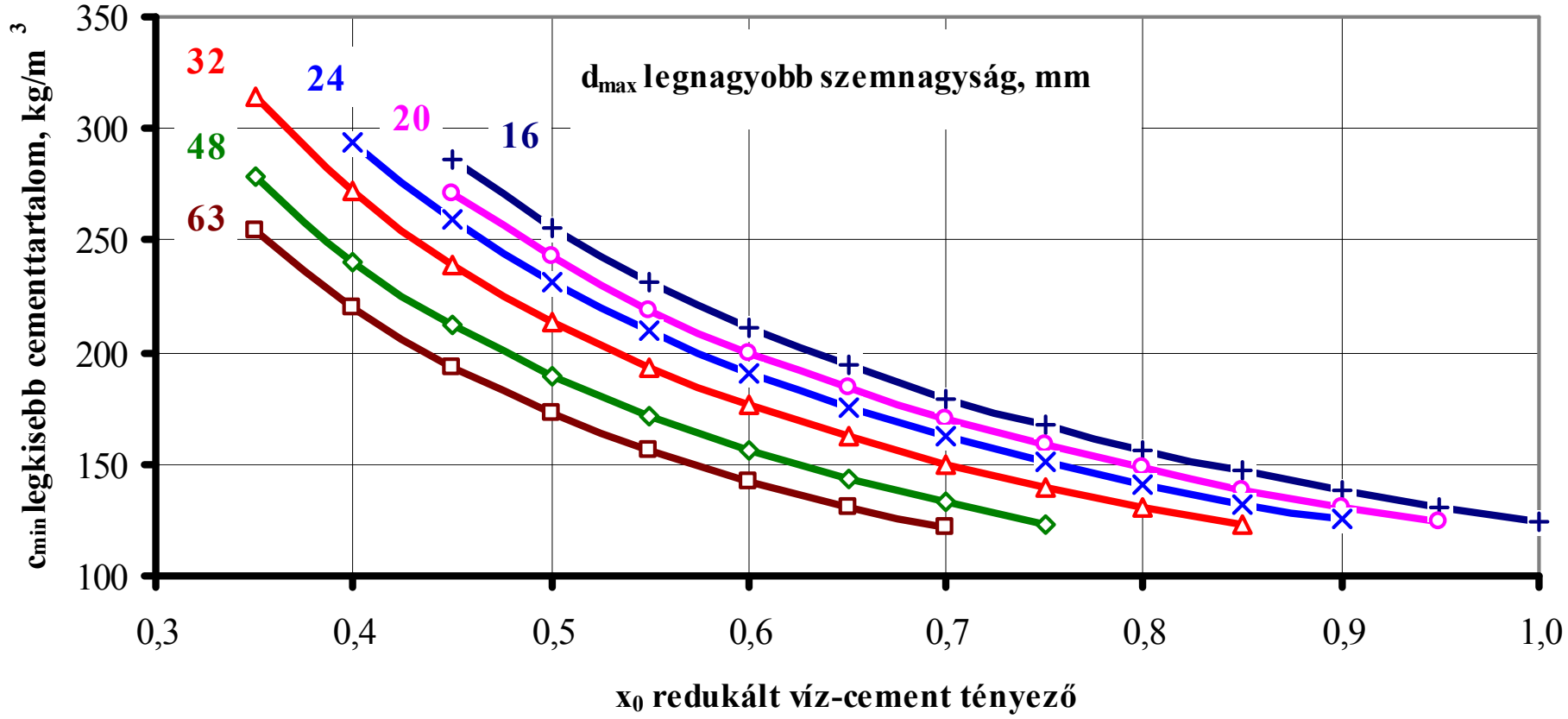


A finomsági modulus, a cementtartalom és a víz/cement tényező kapcsolata
CEM 42,5 jelű cement, földnedves konzisztencia és D_{max}=24 mm esetén

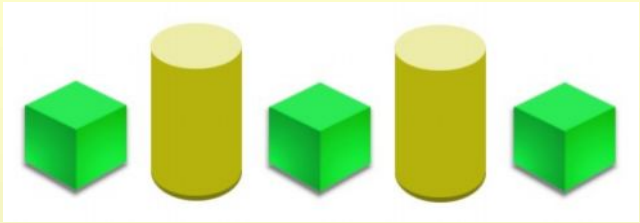


ha $x_0 = x$ akkor: $$c = \frac{23}{x - 0{,}1} \cdot (11 - m)$$

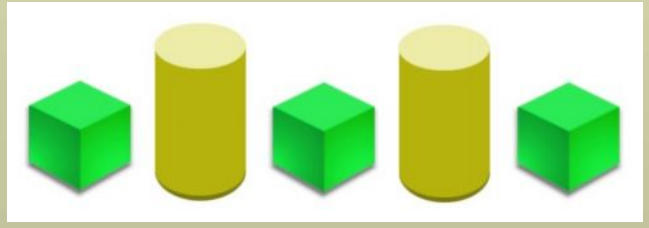
A kavicsbeton legkisebb cementtartalma a redukált víz-cement tényező és a legnagyobb szemnagyság függvényében



$$c_{min} = \frac{198{,}858 - 65{,}463 \cdot \lg d_{max}}{x_0 - 0{,}031}$$



Köszönöm szíves figyelmüket



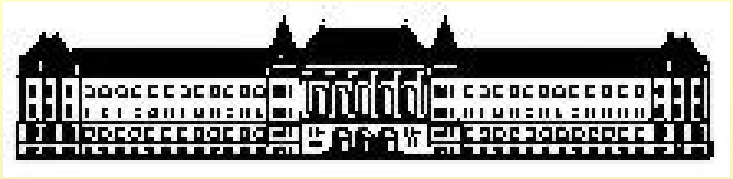
Beton, betontechnológia

A BETON JELÉBEN FOGLALT KÖVETELMÉNYEK TELJESÍTÉSE

(Az az, hogyan és mint kell egy adott követelményre a beton fajtát kiválasztani, a jelölések mit takarnak.)

DR. KAUSAY TIBOR

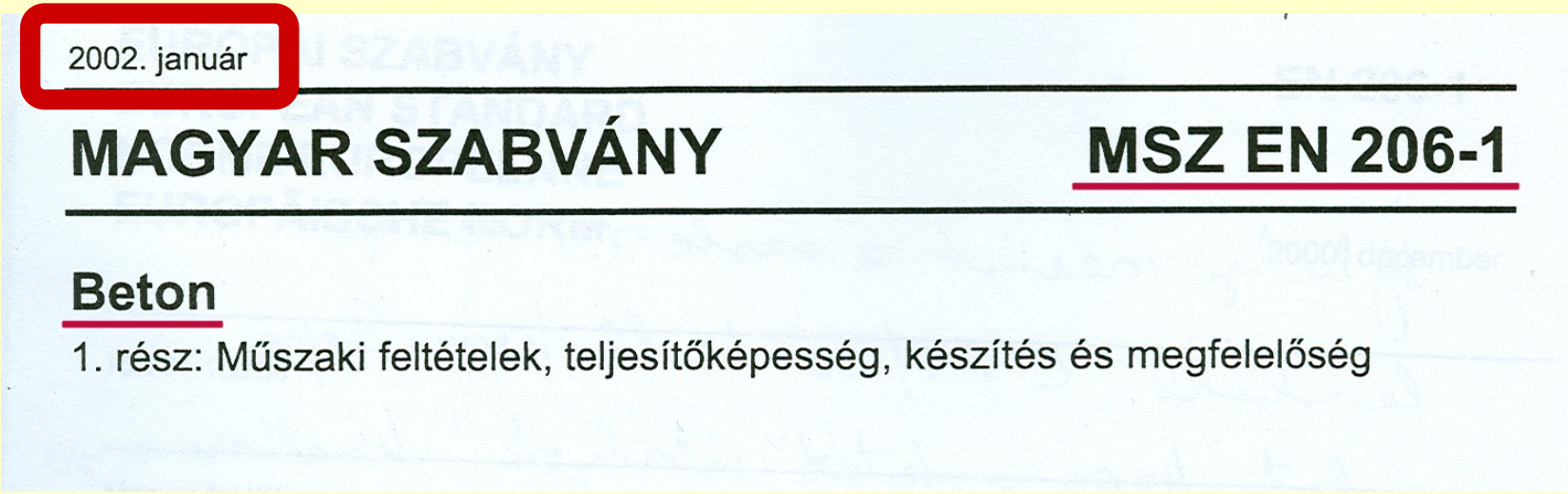
BME Építőanyagok és Magasépítés Tanszék



Magyar Mérnöki Kamara, Tartószerkezeti Tagozat

Budapest, 2016. május 12.

BEVEZETÉS


2002. január

MAGYAR SZABVÁNY MSZ EN 206-1

Beton

1. rész: Műszaki feltételek, teljesítőképesség, készítés és megfelelőség

Az MSZ EN 206-1:2002 forrás szabványát,
az EN 206-1:2000 szabványt a CEN 2013-ban visszavonta,
és annak átdolgozott változatát EN 206:2013 számon kiadta.

Ennek következtében
az MSZ EN 206-1:2002 szabványt
és annak magyar nemzeti alkalmazási dokumentumát (NAD),
az MSZ 4798-1:2004 szabványt,
2014. július 1-jén visszavonták.

EUROPÄISCHE NORM

EUROPEAN STANDARD

NORME EUROPÉENNE

SCHLUSS-ENTWURF
FprEN 206

Juni 2013

ICS 91.100.30

Vorgesehen als Ersatz für EN 206-1:2000, EN 206-9:2010

Deutsche Fassung

Beton - Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität

Concrete - Specification, performance, production and conformity

Béton - Spécification, performances, production et conformité

Dieser Europäische Norm-Entwurf wird den CEN-Mitgliedern zur formellen Abstimmung vorgelegt. Er wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 104 erstellt.

Az új MSZ EN 206:2014 szabványt (angol nyelven) 2014. július 1-jén vezették be Magyarországon

2004. augusztus

MAGYAR SZABVÁNY MSZ 4798-1

Beton.

1. rész: Műszaki feltételek, teljesítőképesség, készítés és megfelelőség.

Az MSZ EN 206-1:2002 és alkalmazási feltételei Magyarországon

Az MSZ 4719:1982, MSZ 4720-1:1979, MSZ 4720-2:1980, MSZ 4720-3:1980 helyett.

Éltíz évet

Az MSZ 4798-1:2004 szabványt
2014. október 1-jén visszavonták,
de az új nemzeti szabvány megjelenéséig
a szerződő felek kölcsönös megegyezéssel
alkalmazhatták.

Az új MSZ 4798 szabvány nyers szövegének elkészítését a transzportbeton- és cementgyártók munkaközössége 2013 decemberében megkezdte, és a kidolgozott szöveget a Magyar Szabványügyi Testületnek 2014. április végén leadta.

A Magyar Szabványügyi Testület MSZT/MB 107 „Beton és előre gyártott beton termékek” című szabványosító bizottsága a szabvány vitáját 2014. június 24-én megkezdte.

Összesen 53 vitaülés és több kisebb egyeztető megbeszélés után a szabvány végleges szövegezése és lektorálása 2016 februárjában befejeződött.

Az új MSZ 4798:2016 szabvány *két év* alatt készült el.

2016. április

MAGYAR SZABVÁNY

MSZ 4798

Beton. Műszaki követelmények, tulajdonságok, készítés és megfelelőség, valamint az EN 206 alkalmazási feltételei Magyarországon

ICS 91.100.30

Hivatkozási szám: MSZ 4798:2016

© MAGYAR SZABVÁNYÜGYI TESTÜLET

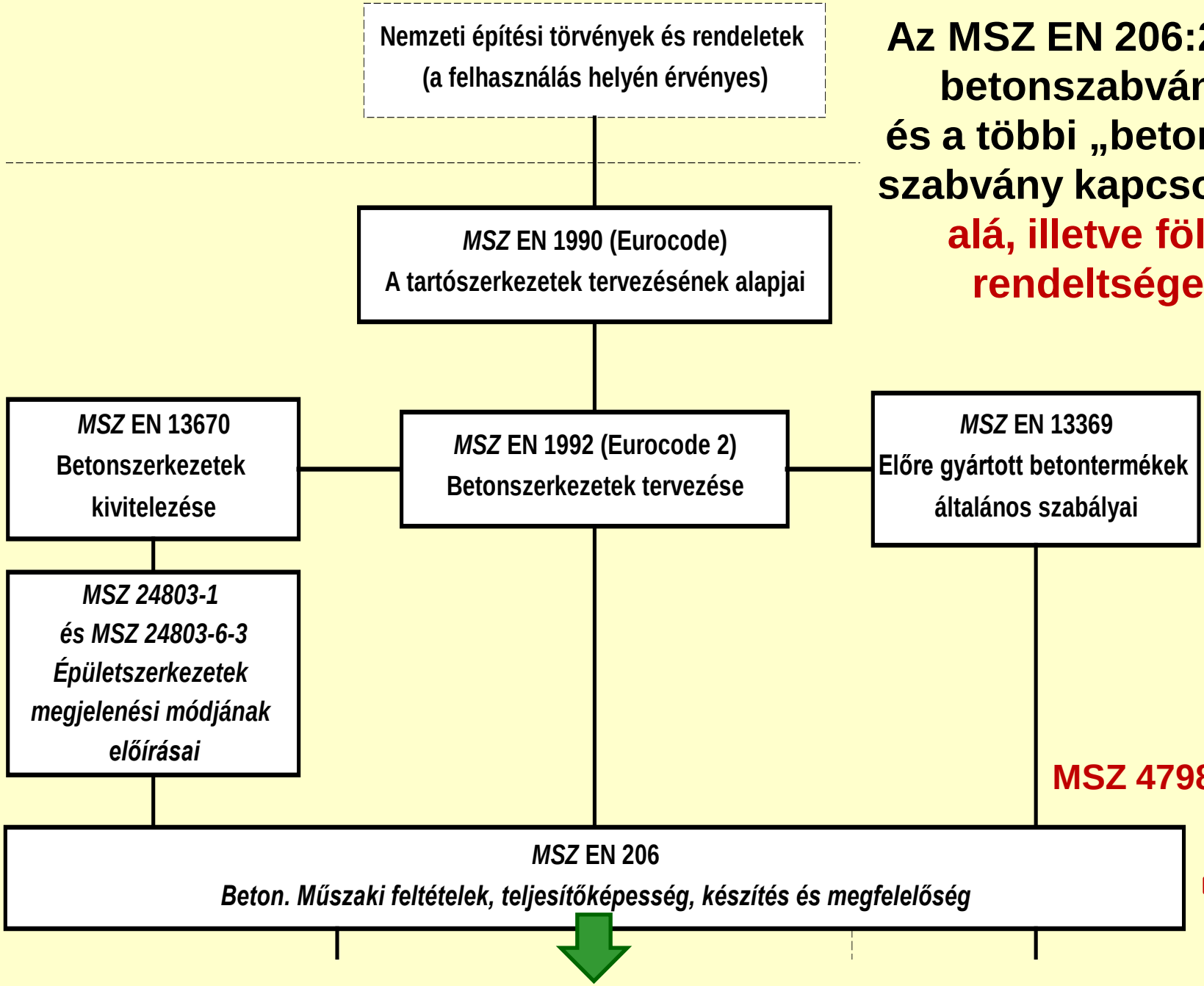
(172 oldal)

A szabvány a betonra mint termékre vonatkozik, és nem vonatkozik a szerkezetbe beépített betonra.

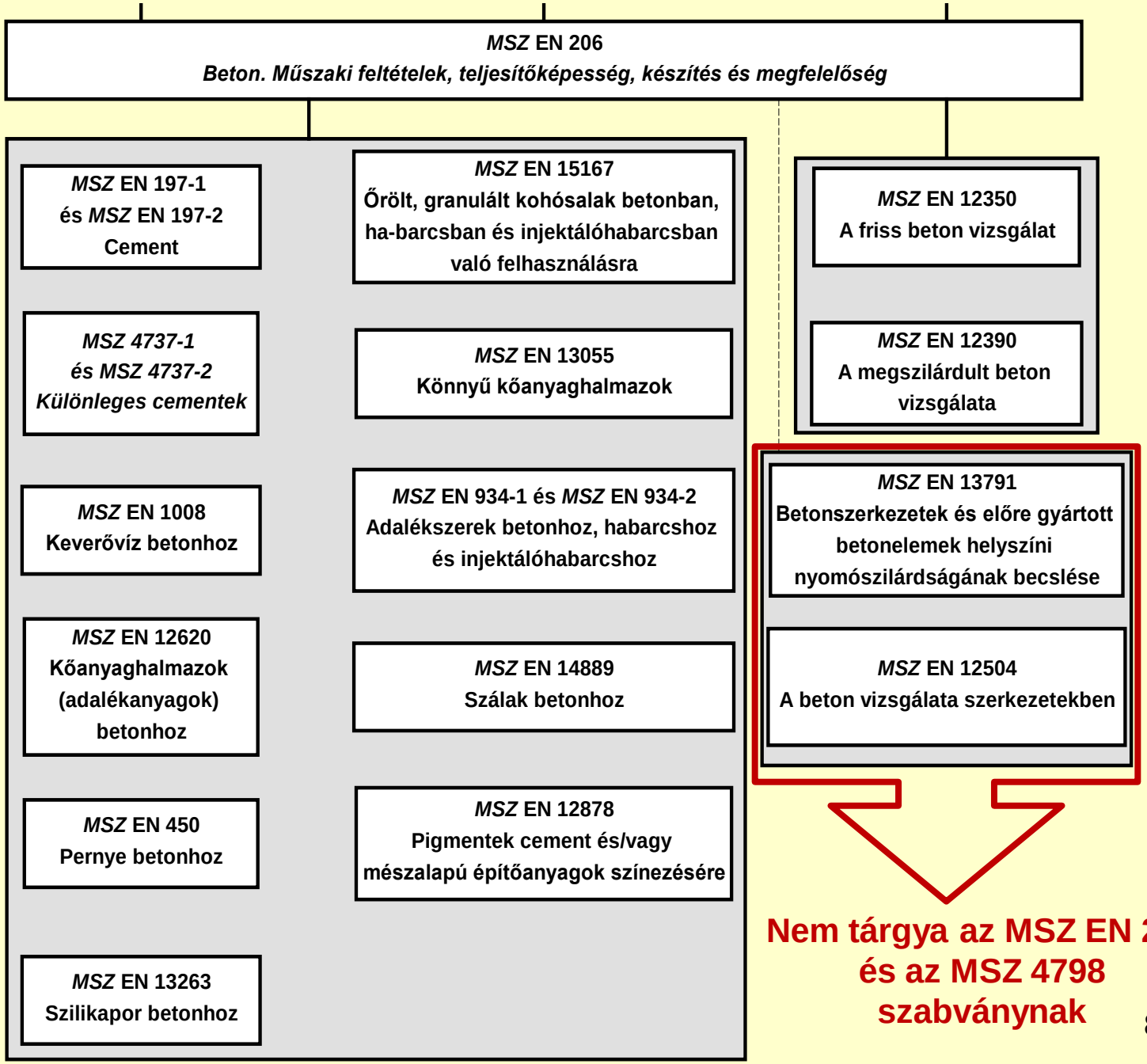
(9) Ez a szabvány az út- és térburkolatok betonjára csak akkor vonatkozik, ha az érvényben lévő útügyi műszaki előírás erre a szabványra hivatkozik.

(10) E szabvány az előregyártott beton-, és vasbeton elemek betonjára csak akkor vonatkozik, ha az érvényben lévő termék-, és tervezési szabványok erre a szabványra hivatkoznak. Az előre gyártott termékek, szerkezetek és az előre gyártott szerkezeti elemek a vonatkozó termékszabványok követelményeinek feleljenek meg.

Az MSZ EN 206:2014 betonszabvány és a többi „betonos” szabvány kapcsolata, alá, illetve fölé rendeltsége



Az MSZ EN 206:2014 betonszabvány és a többi „betonos” szabvány kapcsolata (az előző ábra folytatása)



Az Európai Parlament és az EU Tanácsa építési termékek forgalmazására vonatkozó harmonizált feltételek megállapításáról szóló 2011. március 9-i 305/2011/EU rendeletének I. melléklete szerint

az építménynek mind egészükben, mind különálló részeikben meg kell felelniük a rendeltetés szerinti használhatóság következő alapvető követelményeinek:

1. **Mechanikai szilárdság és állékonyság;**
2. **Tűzbiztonság;**
3. **Higiénia, az egészség- és a környezetvédelem;**
4. **Biztonságos használat és akadálymentesség;**
5. **Zajvédelem;**
6. **Energiatakarékosság és hővédelem;**
7. **Természeti erőforrások fenntartható használata.**

Az építményekre vonatkozó alapvető követelményeket az építési termékek forgalmazására vonatkozó harmonizált feltételek megállapításáról szóló 305/2011/EU rendelet (CPR = Construction Products Regulation = Építési termék rendelet) I. melléklete részletezi, a szilárdságra nézve így:

„1. Mechanikai szilárdság és állékonyság

Az építményeket úgy kell tervezni és megvalósítani, hogy a megvalósítás és a használat során várhatóan fellépő terhek ne eredményezzék a következő jelenségek egyikét sem:

a) az egész építménynek vagy az építmény egy részének összeomlása;

b) megengedhetetlen mértékű, jelentős deformáció;

c) az építmény más részeinek, illetve szerelvényeinek vagy beépített berendezéseinek károsodása az épület teherhordó szerkezetének jelentős deformációja miatt;

d) a kiváltó okhoz képest túlzott mértékű károsodás.”

Az országos településrendezési és építési követelményekről (OTÉK) szóló 253/1997. (XII. 20.) Korm. rendelet IV. Fejezete 50. § (3) bekezdése szerint

„Az építménynek meg kell felelnie a rendeltetési célja szerint

***a)* az állékonyság és a mechanikai szilárdság,**

***b)* a tűzbiztonság,**

***c)* a higiénia, az egészség- és a környezetvédelem,**

***d)* a biztonságos használat és akadálymentesség,**

***e)* a zaj és rezgés elleni védelem,**

***f)* az energiatakarékosság és hővédelem,**

***g)* az élet- és vagyonvédelem, valamint**

***h)* a természeti erőforrások fenntartható használata alapvető követelményeinek, és a tervezési programban részletezett elvárásoknak.”**

Az MSZ EN 1990:2011 „Eurocode: A tartószerkezetek tervezésének alapjai” című szabvány előszava szerint az Eurocode-okat az EU és az EFTA (Európai Szabadkereskedelmi Társulás) tagállamainak egyetértésével az „épületek és más építőmérnöki szerkezetek esetén a 89/106/EEC irányelv (ma 305/2011/EU rendelet) szerinti alapvető követelmények – különösen az

1. számú alapvető követelmény: Mechanikai szilárdság és stabilitás, és a

2. számú alapvető követelmény : Tűzhatással szembeni biztonság

– teljesülésének igazolására” alkalmazzák.

Az Eurocode-ok az építményekről és az azokkal kapcsolatos építőmérnöki szolgáltatásokról szóló megállapodások alapját képező dokumentum.

Az Eurocode-ok az építési termékekre vonatkozó harmonizált műszaki előírások (EN-ek és ETA-k Európai Műszaki Értékelések, 2013 előtt Európai Műszaki Engedélyek) kidolgozásának keretdokumentuma.

„… az Eurocode-okkal kapcsolatos munka során felmerülő műszaki szempontokat a CEN műszaki bizottságainak és/vagy az EOTA (Műszaki Engedélyeket, ma Európai Műszaki Értékeléseket Jóváhagyó Európai Szervezet) termékszabványok kidolgozásával foglalkozó munkacsoportjainak megfelelő módon figyelembe kell venniük annak érdekében, hogy ezek a műszaki előírások (EN-ek és ETA-k) teljes mértékben összhangban legyenek az Eurocode-okkal.”

Ez nyilvánvalóan kimondatlanul is vonatkozik a nemzeti szabványosítási műszaki bizottságok munkájára, illetve a nemzeti szabványokra, nemzeti alkalmazási dokumentumokra is; tehát, hogy a nemzeti szabványok, NAD-ok összhangban kell legyenek az Eurocode-okkal.

Az MSZ EN 1990:2011 Eurocode szabvány 2.1. szakasza szerint alapvető követelmény:

(1)P A tartószerkezeteket úgy kell megtervezni és megvalósítani, hogy az előirányzott élettartamuk során kellő megbízhatósággal és gazdaságosan

- viseljék a kivitelezés és a használat során várhatóan fellépő összes hatást, és legyenek alkalmasak az előirányzott használatra ► tervezési élettartam.

(2)P A tartószerkezeteket úgy kell továbbá megtervezni, hogy azok

- teherbírása ► nyomószilárdsági osztály,

- használhatósága és

- tartóssága ► környezeti osztály

megfelelő legyen.

(6) Az alapvető követelményeket általában

- **az anyagok alkalmas megválasztásával,**
- **megfelelő tervezéssel és szerkesztési szabályok alkalmazásával,**
- **a tervezés, a gyártás, a kivitelezés és a használat során az adott építési feladat szempontjainak figyelembevételével előírt ellenőrzési eljárások alkalmazásával**

kell kielégíteni.

A BETON JELÉBEN FOGLALT KÖVETELMÉNYEK TELJESÍTÉSE

(Az az, hogyan és mint kell egy adott követelményre a beton fajtát kiválasztani, a jelölések mit takarnak.)

DR. KAUSAY TIBOR
BME Építőanyagok és Magasépítés Tanszék

A BETON JELE

C35/45 – AC_{50}(H) – XC4 – XD2 – XA5(H) – XV2(H) – 32 – F4 – CEM I 42,5 N – SR 0 – Metakaolin – 100 év – MSZ 4798

Magyar Mérnöki Kamara, Tartószerkezeti Tagozat
Budapest, 2016. május 12.

C35/45 – AC_{50}(H) – XC4 – XD2 – XA5(H) – XV2(H) – 32 – F4 – CEM I 42,5 N – SR 0 – Metakaolin – 100 év – MSZ 4798

C35/45 – AC_{50}(H) – beton nyomószilárdsági osztályának jele ◄;

$C25/30_{56\ napos}$ – ha a beton a nyomószilárdsági osztály meghatározásakor nem 28 napos

LC35/38 – könnyűbeton nyomószilárdsági osztályának jele;

D1,8 – könnyűbeton testsűrűségi osztályának jele;

bazalt zúzottkő – adalékanyag megnevezése, ha nem homokos kavics;

XC4 – XD2 – XA5(H) – XV2(H) – környezeti osztályok jele ◄;

32 – adalékanyag legnagyobb szemnagysága, mm ◄;

F4 – friss beton konzisztencia osztályának jele ◄;

Cl0,10 – cementtartalomra vonatkozó megengedett kloridtartalmat, ha nem 0,20 tömeg%, például feszített vasbeton szerkezet betonja esetén;

CEM I 42,5 N – SR 0 – cement jele, ha a tervező előírja ◄;

Metakaolin – kiegészítőanyag megnevezése, ha a tervező előírja ◄;

100 év – tervezési élettartam, ha nem 50 év ◄;

MSZ 4798 szabvány jele

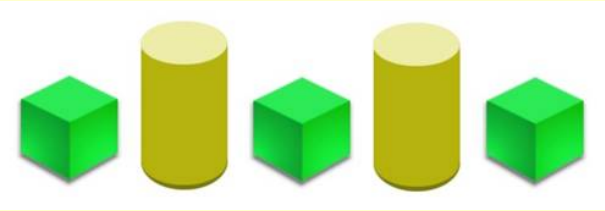
Megadható az adalékanyag szemmegoszlási görbéjének jele és finomsági modulusa is.

A BETON JELÉBEN FOGLALT KÖVETELMÉNYEK TELJESÍTÉSE

(Az az, hogyan és mint kell egy adott követelményre a beton fajtát kiválasztani, a jelölések mit takarnak.)

DR. KAUSAY TIBOR
BME Építőanyagok és Magasépítés Tanszék

NYOMÓSZILÁRDSÁGI OSZTÁLY



Magyar Mérnöki Kamara, Tartószerkezeti Tagozat
Budapest, 2016. május 12.

Egyszerű példa a beton jelére

Nyomószilárdsági osztály	Környezeti osztály	Legnagyobb szemnagyság, mm	Konzisztencia	Tervezési élettartam	Szabvány száma
C30/37 –	XC3 –	24 –	F3	– 100 év –	MSZ 4798:2016

C25/30 ⇒ C $f_{ck,cyl}$ / $f_{ck,cube}$

$f_{ck,cyl}$ a 28 napos korú, sablonban készített, végig víz alatt tárolt Ø150×300 mm méretű próbahengerek nyomószilárdságának előírt jellemző (karakterisztikus) értéke, N/mm²

$f_{ck,cube}$ a 28 napos korú, sablonban készített, végig víz alatt tárolt 150 mm élhosszúságú próbakockák nyomószilárdságának előírt jellemző (karakterisztikus) értéke, N/mm²

A nyomószilárdsági osztály – és a nyomószilárdság előírt karakterisztikus (jellemző) értéke is – a még be nem épített betonból vett, sablonban készített, általában 28 napos, esetleg előzetes írásbeli megállapodás (az építmény megvalósítási szerződésében, a betontechnológiai utasításban, és a beton szállítólevelén) esetén 42 napos (pl. útépítési beton) vagy 56 napos korú (pl. tömegbeton) esetleg legfeljebb 90 napos korú (pl. nagyon lassú szilárdulású beton), végig víz alatt tárolt próbatesten mért nyomószilárdságra vonatkozik.

Ha a nyomószilárdsági osztállyal a 28 napostól eltérő korú beton nyomószilárdságát jellemzik, akkor ezt a beton jelében is fel kell tüntetni.

Ebből az is következik, hogy

- **a 28 napos – esetleg ritkán legfeljebb 90 napos – kor után a megépült szerkezetből kifúrt magminták segítségével, vagy roncsolásmentes nyomószilárdság vizsgálatok eredményeiből**
  - **a) a beton nyomószilárdsági osztálya nem határozható meg,**
  - **b) és csak az adott korú beton $f_{ck,is,cyl\ Ø150\times300,test}$ jellemző (karakterisztikus) értékét szabad kiszámítani, mert**
- **a 28 naposnál - esetleg ritkán legfeljebb 90 naposnál – idősebb betonnak nincs nyomószilárdsági osztálya.**

Ez célra is vezet, mert a 28 (esetleg ritkán legfeljebb 90) naposnál idősebb szerkezet teherhordóképességét az építménybe beépített beton adott korú nyomószilárdságának jellemző értéke ($f_{ck,is,cyl\ Ø150\times300,test}$), alapján, a beton nyomószilárdság teherbírási tervezési értékéből ($f_{cd,cyl\ Ø150\times300,test} = (\alpha_{CC}/\gamma_{C,red4})\times f_{ck,is,cyl\ Ø150\times300,test}$), azt az igénybevételből a betonban ébredő nyomófeszültséggel (σ_{cu}) való összevetéssel ($f_{cd\ Ø150\times300,test} \geq \sigma_{cu}$) – a nyomószilárdsági osztály meghatározása nélkül – meg lehet ítélni.

Fontos előírás az is, hogy a 28 napos – vagy esetleg ritkán legfeljebb 90 napos – korúnál idősebb beton nyomószilárdságából a 28 napos nyomószilárdságra visszamenőleg következtetni vagy annak megfelelőségét utólag igazolni nem szabad.

Ilyen célra az *Arrhenius*-féle vagy más idő-egyenérték függvény sem alkalmazható!

(6) A t korú beton nyomószilárdsága függ a cement típusától, a hőmérséklettől és az utókezelés körülményeitől. Átlagos 20°C hőmérséklet és az EN 12390 szerinti utókezelés esetén a különböző korú betonok $f_{cm}(t)$ nyomószilárdsága a (3.1.) és a (3.2.) összefüggésekből becsülhető.

$$f_{cm}(t) = \beta_{cc}(t)\, f_{cm} \qquad (3.1.)$$

Arrhenius-féle összefüggés

és

$$\beta_{cc}(t) = \exp\left\{ s\left[1 - \left(\frac{28}{t} \right)^{1/2} \right] \right\} \qquad (3.2.)$$

MSZ EN 1992-1-1 Eurocode 2, 3.1.2. szakasz

Az MSZ EN 1992-1-1 Eurocode 2 szabványban olvasható:

„Ha a beton nem felel meg a 28 napos nyomószilárdságára vonatkozó előírásoknak, akkor a (3.1.) és a (3.2.) összefüggések nem érvényesek.

Ezt a bekezdést általában nem szabad alkalmazni arra, hogy egy nem megfelelő referenciaszilárdság meglétét visszamenőlegesen, az utószilárdulás figyelembevételével igazoljanak.”

A beton nyomószilárdsági osztályának előírása során két különböző úton kapott, egyidejűleg teljesítendő nyomószilárdsági osztályból kell kiindulni.

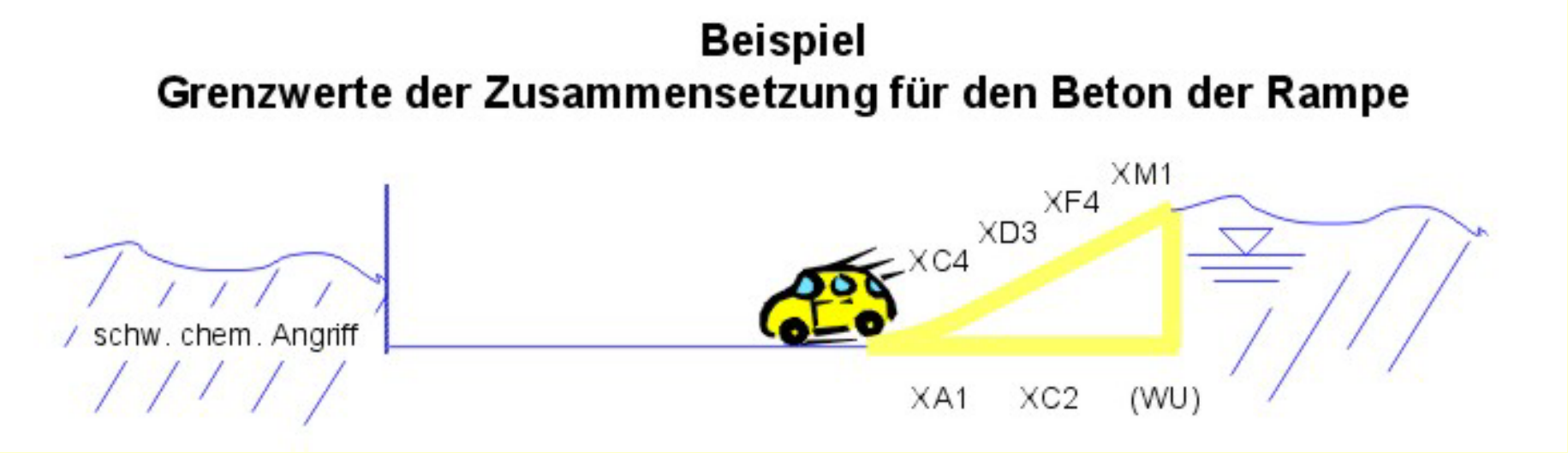
Az erőtani számításból a teherbírás megkövetelte nyomószilárdsági osztály, a „társított” környezeti osztályok feltételéből a tartósság megkövetelte nyomószilárdsági osztály adódik.

A beton nyomószilárdsági osztálya az erőtani számításból kapott nyomószilárdsági osztály és a környezeti osztály egyik feltételét képező nyomószilárdsági osztály összevetésével határozható meg.

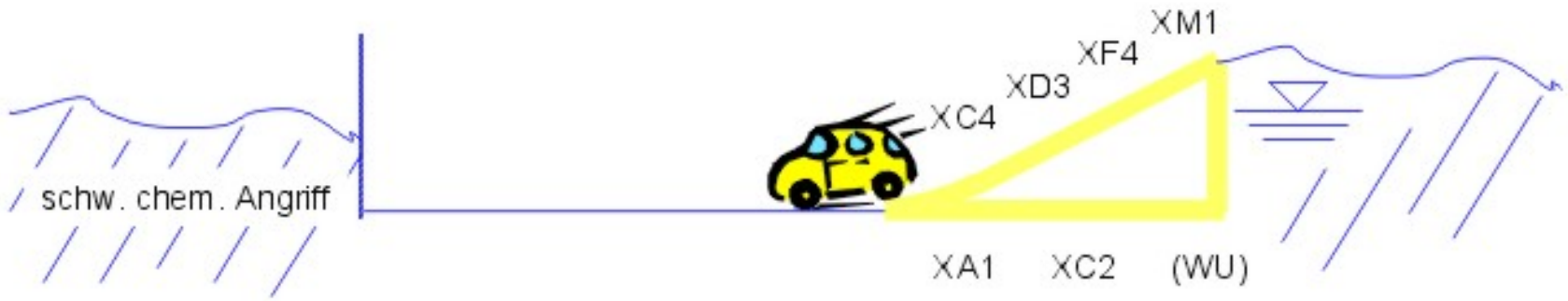
MSZ 4798:2016 szabvány 5.3.2. szakasza „Határértékek a betonösszetételre” szerint:

(5) E szabvány szerint az erőtani számítás szerinti szükséges nyomószilárdsági osztály és a környezeti feltételek szerinti szükséges legkisebb nyomószilárdsági osztály közül általában a nagyobb nyomószilárdsági osztályt kell mértékadónak tekinteni.

A betont egyszerre több féle környezeti hatás is érheti, ebben az esetben egyidejűleg több féle környezeti osztályba kell sorolni, és a beton nyomószilárdsága valamennyi rá vonatkozó környezeti osztályban előírt nyomószilárdság osztálynak meg kell feleljen.



Beispiel
Grenzwerte der Zusammensetzung für den Beton der Rampe



Rampe

		Zementgehalt [kg/m³]			
			mit Typ II	w/z-Wert	Festigkeit
Außenbauteil, bewehrt	XC4 (oben)	280	270	0,60	C25/30
Chloridangriff, ohne Frost	XD3 (oben)	320	270	0,45	C35/45
Frost-Taumittelangriff, horizontale Fläche	XF4 (oben)	320	320	0,50	C30/37
Mäßige Verschleißbeanspruchung	XM1 (oben)	300	270	0,55	C30/37
Schwacher chemischer Angriff	XA1 (unten)	280	270	0,60	C25/30
Gründungsbauteil, nass selten trocken	XC2 (unten)	240	240	0,75	C16/20
Hoher Wassereindringwiderstand für h > 0,40 m	(WU)	-	-	0,70	-

Mindestanforderungen an die Betonzusammensetzung		Zementgehalt			
			mit Typ II	w/z-Wert	Festigkeit
	LP-Beton	320	320	0,45	C30/37

Teil der Festlegung	Stahlbeton C30/37 XC4, XD3, XF4, XM1, XA1 (WU)

MSZ 4798:2016 szabvány 5.3.2. szakasza „Határértékek a betonösszetételre”

(4) Környezeti osztályok kombinációja esetén mindig a legszigorúbb követelmény érvényes.

Az F melléklet szerint *olyan betont kell tervezni és készíteni, amelynek összetétele és tulajdonságai a szóban forgó, „társított” környezeti osztályok mindegyikének követelményét kielégíti*.

Környezeti osztály	*Beton nyomó-szilárd-sági osztálya, legalább*	*Beton cement-tartalma, legalább, kg/m³*	*Beton víz-cement tényezője, legfeljebb*	*Friss beton átlagos összes levegő-tartalma, térfogat%*
XC4 – XF1 – XA2 – XV1(H) környezeti osztályú vasbeton támfal betonja				
XC4	*C30/37*	*300*	*0,50*	*A nyomó-szilárdsági osztály és a konzisztencia függvénye*
XF1	*C30/37*	*300*	*0,55*	
XA2	*C30/37*	*320*	*0,50*	
XV1(H)	*C25/30*	*300*	*0,55*	
XC4 – XF1 – XA2 – XV1(H)	*C30/37*	*320*	*0,50*	

Ha a környezeti hatások egyike fagy-, illetve fagy- és olvasztósó hatás, és a beton légbuborékképző adalékszerrel készül, akkor a friss beton átlagos levegőtartalma a fagy-, illetve fagy- és olvasztósó-álló beton előírt összes levegőtartalmának (légpórus + légbuborékképző adalékszerrel bevitt légbuborék) feleljen meg.

Környezeti osztály	Beton nyomó-szilárd-sági osztálya, legalább	Beton cement-tartalma, legalább, kg/m³	Beton víz-cement tényezője, legfeljebb	Friss beton átlagos összes levegő-tartalma, térfogat%
XC4 – XF4 – XK3(H) környezeti osztályú, 32 mm legnagyobb szemnagyságú adalékanyaggal készített fagy- és olvasztósó- és kopásálló LP beton				
XC4	C30/37	300	0,50	A nyomó-szilárdsági osztály és a konzisztencia függvénye
XK3(H)	C40/50	350	0,40	
XF4	C30/37	340	0,45	A legnagyobb szemnagyság és a konzisztencia függvénye
XC4 – XF4 – XK3(H)	C40/50	350	0,40	

A beton nyomószilárdsági osztályának előírása során két különböző úton kapott, egyidejűleg teljesítendő nyomószilárdsági osztályból kell kiindulni.

Az erőtani számításból a teherbírás megkövetelte nyomószilárdsági osztály, a „társított” környezeti osztályok feltételéből a tartósság megkövetelte nyomószilárdsági osztály adódik.

A beton nyomószilárdsági osztálya az erőtani számításból kapott nyomószilárdsági osztály és a környezeti osztály egyik feltételét képező nyomószilárdsági osztály összevetésével határozható meg.

MSZ 4798:2016 szabvány 5.3.2. szakasza „Határértékek a betonösszetételre” szerint:

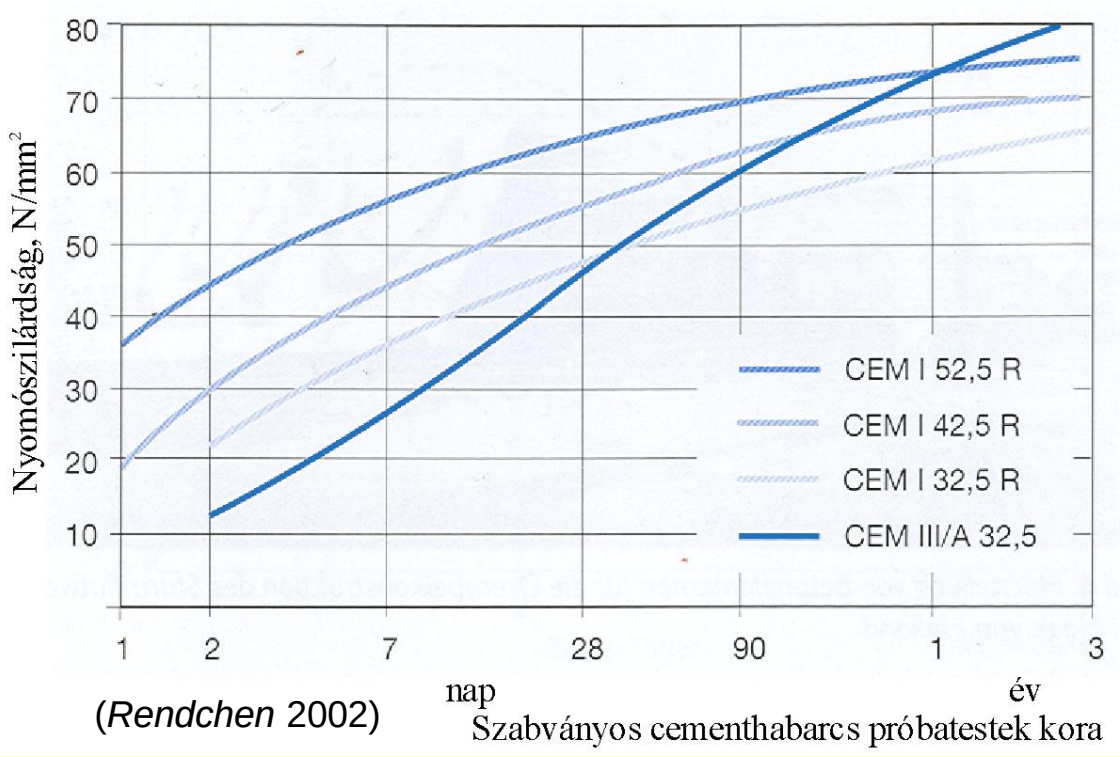
(5) E szabvány szerint az erőtani számítás szerinti szükséges nyomószilárdsági osztály és a környezeti feltételek szerinti szükséges legkisebb nyomószilárdsági osztály közül általában a nagyobb nyomószilárdsági osztályt kell mértékadónak tekinteni. Ennek értelmében,

1) ***ha az erőtani számítás szerint szükséges nyomószilárdsági osztály nagyobb, mint a környezeti feltételek szerint szükséges legkisebb nyomószilárdsági osztály, akkor az erőtani számítás szerint szükséges nyomószilárdsági osztály a mértékadó;***
2) ***ha az erőtani számítás szerint szükséges nyomószilárdsági osztály kisebb, mint a környezeti feltételek szerint szükséges legkisebb nyomószilárdsági osztály, akkor a mértékadó nyomószilárdsági osztály kiválasztása tekintetében két eset lehetséges:***

- ha az adott építmény esetén felelősséggel nem bizonyított, hogy az erőtani számítás szerint szükséges nyomószilárdsági osztály a környezeti hatásoknak ellenálló beton készítéséhez elegendő, akkor a környezeti feltételek szerint szükséges legkisebb nyomószilárdsági osztályt kell mértékadónak tekinteni;

- ha az adott építmény esetén felelősséggel és írásban bizonyítják, hogy az erőtani számítás szerint szükséges nyomószilárdsági osztály a környezeti hatásoknak – a tervezési élettartam alatt – ellenálló beton készítéséhez elegendő, akkor az erőtani számítás szerint szükséges nyomószilárdsági osztályt lehet mértékadónak tekinteni, és az ennél nagyobb, a környezeti osztály megkövetelte nyomószilárdsági osztályt figyelmen kívül szabad hagyni. Ennek az esetnek jellegzetes példáját adhatja például a CEM III típusú kohósalakcement alkalmazása.

A CEM III/A kohósalakcement utószilárdulása 90 napos korig a 28 napos nyomószilárdságnak általában a 30-40 %-át, a CEM III/B kohósalakcementé pedig a 20-25 %-át teszi ki. Ezért feltételezhető, hogy a CEM III kohósalakcementtel gondosan készített és utókezelt beton nyomószilárdsági osztálya 90 napos korra eléri a környezeti feltételek alapján az MSZ 4798:2016 szabványban ajánlott legkisebb nyomószilárdsági osztályt. Nem kizárt tehát, hogy bizonyítható: CEM III L (kis kezdőszilárdságú) kohósalakcement (MSZ EN 197-1:2011) alkalmazása esetén az erőtani számítás szerint szükséges –



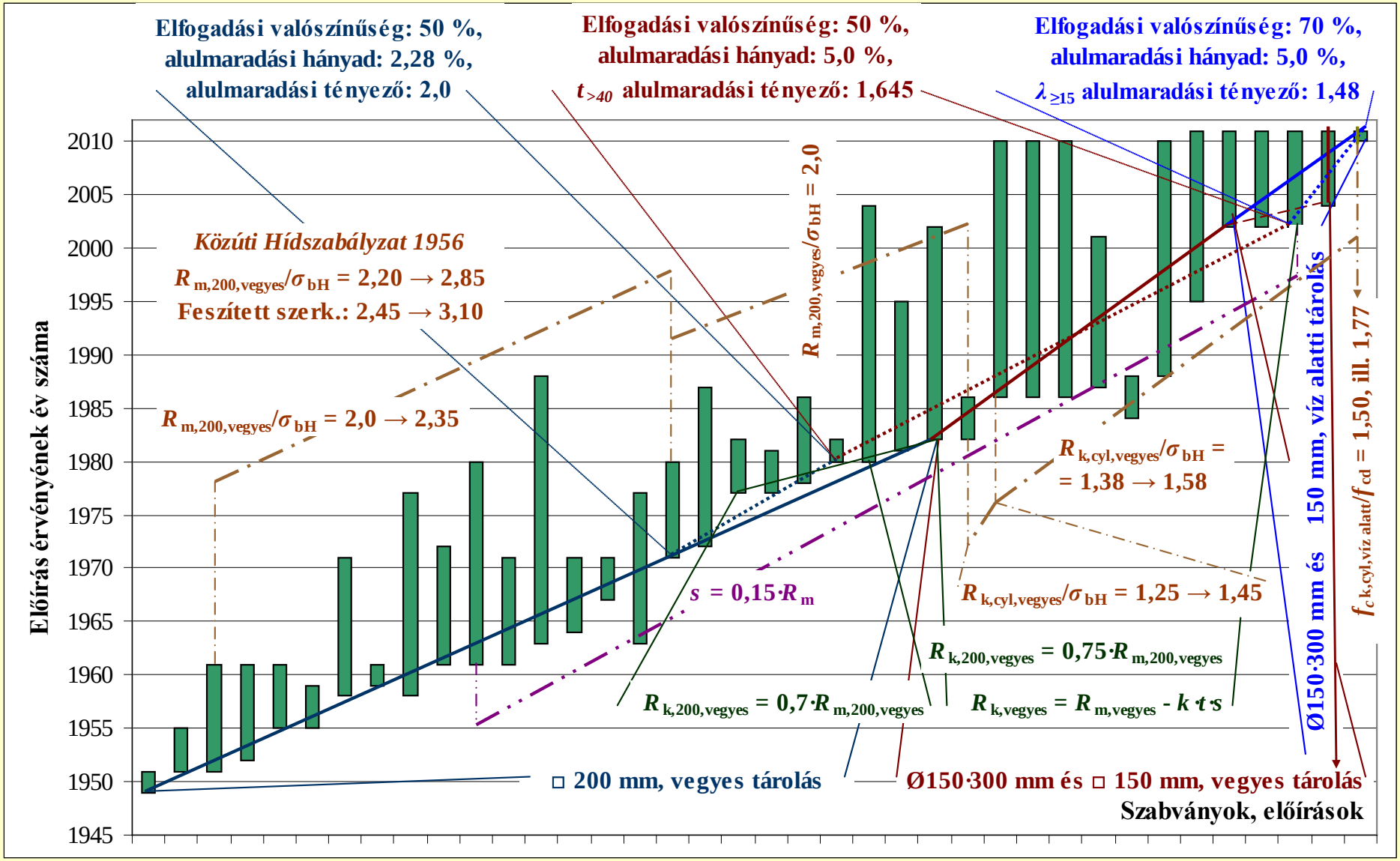
(*Rendchen* 2002) Szabványos cementhabarcs próbatestek kora

a környezeti osztály nyomószilárdsági követelményénél kisebb – 28 napos korra vonatkozó nyomószilárdsági osztály elegendő a környezeti hatásoknak a tervezési élettartam alatt ellenálló beton készítéséhez.

A tapasztalati nyomószilárdsági osztály meghatározásának nehézsége abból származik, hogy míg a nyomószilárdság átlag értékét (f_{cm}) laboratóriumi, esetleg helyszíni méréssel meg lehet határozni (mert fizikai, mechanikai tulajdonság), addig nyomószilárdság alulmaradási hányadhoz tartozó jellemző (karakterisztikus) értékének ($f_{ck} = f_{cm} - \Delta$) számítási módját szabványok, szabályzatok, műszaki előírások írják elő (mert gazdaság politikai sajátság),

ahol Δ az alulmaradási tágasság

– 1980 | 1980 – 2002 | 2002 –



A beton nyomószilárdsága jellemzésének változásai az utóbbi 65 évben

1977 előtt

a nyomószilárdságot 200 mm élhosszúságú próbakockákon vizsgáltuk, amelyeket vegyesen tároltuk.

A betont a nyomószilárdság átlagértékével minősítettük és jelöltük, kp/cm^2-ben. Példa a beton jelére: B 280.

A meg nem felelő tétel elfogadási valószínűsége: 50 %,

az alulmaradási hányad: 2,28 %,

az alulmaradási tényező értéke: 2,0 volt a $K_{átlag} = K_{küszöb}/(1 - 2 \cdot s/K_{átlag}) \rightarrow K_{átlag} - 2 \cdot s = K_{küszöb}$ összefüggésből.

(MSZ 4715:1961, MSZ 4715-4:1972, MSZ 4719:1958, MSZ 4720:1961, MSZ 15022-1:1971)

1977-1980 között

a nyomószilárdságot 200 mm élhosszúságú próbakockákon vizsgáltuk, amelyeket vegyesen tároltuk.

A betont a nyomószilárdság jellemző értékével minősítettük ($R_{k,200,vegyes} = 0{,}7 \cdot R_{m,200,vegyes}$), de még átlagértékével jelöltük, kp/cm^2-ben. Például: B 280.

A meg nem felelő tétel elfogadási valószínűsége: 50 %,

az alulmaradási hányad: 2,28 %,

az alulmaradási tényező értéke: 2,0,

a relatív szórás (variációs tényező) értéke: 15 % volt.

(MSZ 4715-4:1972, MSZ 4719:1977, MSZ 4720:1961, MSZ 15022-1:1971)

1980-1982 között

a nyomószilárdságot 200 mm élhosszúságú próbakockákon vizsgáltuk, amelyeket vegyesen tároltuk.

A betont a nyomószilárdság jellemző értékével minősítettük ($R_{k,200,vegyes} = \underline{0,75} \cdot R_{m,200,vegyes}$), de még átlagértékével jelöltük, kp/cm^2-ben. Például: B 280.

A meg nem felelő tétel elfogadási valószínűsége: 50 %,

az alulmaradási hányad: 5,0 %,

az alulmaradási (*Student*) tényező értéke $t_{n>40}$ esetén: 1,645,

a relatív szórás (variációs tényező) értéke: 15 % volt.

(MSZ 4715-4:1972, MSZ 4719:1977, MSZ 4720-2:1980, MSZ 15022-1:1971 M:1980)

3.5.2. A nyomószilárdság ellenőrzésénél a vizsgálati eredmények R_k jellemző értékét az

$$R_k = R_m - k \cdot t \cdot s$$

kifejezéssel kell meghatározni, ahol

t a tételbe tartozó beton szilárdsága 5% alulmaradási valószínűséghez tartozó jellemző értékének kiszámítására szolgáló ún. Student-féle tényező, amelyet a 3.5.3., 3.5.6. illetve 3.5.7. szakaszok előírásai szerint kell meghatározni.

s a szórás, értékét a 3.5.4., 3.5.5. illetve a 3.5.6. szakaszok előírásai szerint kell meghatározni és számításba venni.

A t tényező értékei

3. táblázat

n	10	12	14	16	18	20	25	30	40	> 40
t	1,79	1,77	1,75	1,73	1,72	1,71	1,70	1,69	1,68	1,645

1982-2002 között

a próbatestek 150 mm élhosszúságú kockák és Ø150×300 mm méretű hengerek voltak, amelyeket vegyesen tároltuk.

A betont a vegyesen tárolt Ø150×300 mm méretű hengerek nyomószilárdságának jellemző értékével kellett minősíteni és jelölni, N/mm^2-ben. Például: C 25.

A meg nem felelő tétel elfogadási valószínűsége: 50 %,

az alulmaradási hányad: 5,0 %,

az alulmaradási (*Student*) tényező értéke $t_{n>40}$ esetén: 1,645,

a relatív szórás (variációs tényező) értéke: 15 % volt.

(MSZ 4715-4:1972, MSZ 4719:1982, MSZ 4720-2:1980, MSZ 15022-1:1971 M:1982)

2002 óta (amely az európai szabványok bevezetésének az éve)

a próbatestek 150 mm élhosszúságú kockák és Ø150×300 mm méretű hengerek, amelyeket végig víz alatt kell tárolni.

2004 óta a kockákat szabad vegyesen is tárolni.

A betont a végig víz alatt tárolt hengerek és kockák nyomószilárdságának jellemző értékével kell minősíteni és jelölni, N/mm^2-ben. Például: C20/25.

A meg nem felelő tétel elfogadási valószínűsége: 70 %,

az alulmaradási hányad: 5,0 %,

az alulmaradási (*Taerwe*) tényező értéke *n* = 15 esetén: 1,48.

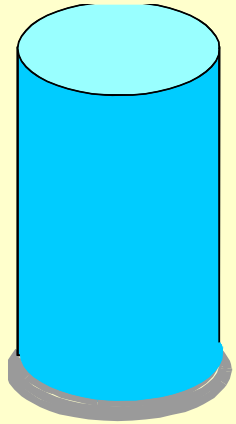
(MSZ 15022-1:1986, MSZ EN 206-1:2002, MSZ EN 12390-2:2002, MSZ EN 12390-3:2002, *MSZ 4798-1:2004*)

2014-ben

az MSZ EN 206-1:2002 szabványt az MSZ EN 206:2014 szabvány váltotta fel, és az MSZ 4798-1:2004 szabványt visszavonták.

2016. április 1-én

érvényre lépett az MSZ 4798:2016 szabvány (NAD).



Az MSZ EN 206:2014 szabvány (elődjéhez hasonlóan) a 150 mm átmérőjű, 300 mm magas hengerek és a 150 mm élhosszúságú kockák végig víz alatti tárolása mellett *megengedi* a próbatestek *másféle tárolását* is.

Erre való hivatkozással az MSZ 4798:2016 szabványban (elődjéhez hasonlóan) megengedjük a 150 mm élhosszúságú kockák vegyes tárolását.

Különböző idők nyomószilárdsági osztályainak egymáshoz való viszonya

1999 óta	MSZ ENV 1992-1-1:1999, MSZ EN 1992-1-1:2010 Eurocode 2									
–	C8/10	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
2002 óta	MSZ EN 206-1:2002, MSZ EN 206:2014, MSZ 4798:2016									
–	C12/15	C16/20	C20/25 C25/30	C25/30	C30/37	C35/45 C40/50	C40/50	C45/55 C50/60	C50/60 C55/67	C55/67
1982-2002 között	MSZ 4719:1982, MSZ 4720-2:1980									
C 4	C 6	C 10 C 12	C 12 C 16	C 16 C 20	C 25 C 30	C 30 C 35	C 35 C 40	C 40 C 45 C 50	C 50 C 55	C 55
1951-1982 között	MNOSZ 934:1951, MNOSZ 15022:1951, MSZ 15022-1:1971 M:1980									
B 140	B 200	B 200 B 280	B 280 B 350	B 350 B 400	B 400 B 500	B 500 B 560	B 560	–	–	–

6.3.3. Az anyag- vagy termékjellemzők tervezési értékei

(1) Az anyag- vagy termékjellemző X_d tervezési értéke a következő általános összefüggéssel határozható meg:

$$X_d = \eta \frac{X_k}{\gamma_m} \qquad (6.3.)$$

A vizsgálati eredményt kell a szabványos értékre átszámítani, és az átszámított vizsgálati eredményt kell az előírt értékkel összevetni.

ahol:

X_k az anyag- vagy termékjellemző karakterisztikus értéke (lásd a 4.2. szakasz (3) bekezdését);

η az átszámítási tényező várható értéke, mely

- a térfogati és mérethatást,
- a nedvességtartalom és a hőmérséklet hatását, és
- más, egyéb lényeges paramétereket

vesz figyelembe.

γ_m az anyag- vagy termékjellemző parciális tényezője, mely

- az anyag- vagy termékjellemző karakterisztikus értéktől való kedvezőtlen irányú eltérésének lehetőségét;
- az η átszámítási tényező véletlenszerű pontatlanságait

veszi figyelembe.

2005. augusztus

MAGYAR SZABVÁNY **MSZ EN 1990**

Eurocode: A tartószerkezetek tervezésének alapjai

$$E_d \le R_d$$

ahol:

E_d az igénybevételek tervezési értéke, úgy kat tartalmazó vektormennyiség;

R_d a megfelelő ellenállás tervezési értéke.

6.3.5. Az ellenállás tervezési értéke

(1) Az ellenállás R_d tervezési értéke a következő

$$R_d = \frac{1}{\gamma_{Rd}} R\{X_{d,i}; a_d\} = \frac{1}{\gamma_{Rd}} R\left\{\eta_i \frac{X_{k,i}}{\gamma_{m,i}}; a_d\right\}$$

ahol: a_d a geometriai jellemző tervezési értéke

γ_{Rd} az ellenállás parciális tényezője, mely az jellemzők bizonytalanságait veszi figyele 6.3.4. szakasz (2) bekezdését);

$X_{d,i}$ az *i*-edik anyagjellemző tervezési értéke.

A vizsgálati eredményt kell a szabványos értékre átszámítani, és az átszámított vizsgálati eredményt kell az előírt értékkel összevetni.

D7.2. A karakterisztikus értéken alapuló eljárás

(1) Az X jellemző tervezési értéke a következő összefüggéssel határozható meg:

$$X_d = \eta_d \frac{X_{k(n)}}{\gamma_m} = \frac{\eta_d}{\gamma_m} m_X\{1 - k_n V_X\} = \frac{\eta_d}{\gamma_m}(m_X - k_n \cdot s_X) \rightarrow X_d = f_{ck} \cdot \eta_d \quad \text{(D1.)}$$

= 1,0

pld. t_n = Student-tényező

ahol:

η_d az átszámítási tényező tervezési értéke.

Az MSZ 4798:2016 szabvány szerint a betonok megfelelőségét nyomószilárdságra általában 28 napos korú, 150 mm élhosszúságú próbakockák vizsgálatával ellenőrizzük, és a nyomószilárdság vizsgálati eredményt ($f_{ck,cube,test}$) a próbakockákra vonatkozó követelmény értékkel ($f_{ck,cube}$) vetjük össze:

$$f_{c,cube,test} \geq f_{c,cube}$$

Bei diesem Beitrag handelt es sich um einen wissenschaftlich begutachteten und freigegebenen Fachaufsatz („reviewed paper").

Hauptaufsatz

Umrechnung der Druckfestigkeit von zwischen 1943 und 1972 hergestellten Betonen auf charakteristische Werte

J. Schnell, M. Loch, N. Zhang

Band 85, Dezember 2010 Copyright Springer-VDI-Verlag GmbH & Co. KG, Düsseldorf Bauingenieur

Entsprechend [5] wird der Umrechnungsfaktor $k_{cyl/cube}$ für die Umrechnung zwischen Würfelproben mit 150 mm Kantenlänge und Zylinderproben mit 150 mm Durchmesser und 300 mm Höhe mit einem mittleren Wert für alle Festigkeitsklassen mit 0,82 gewählt:

$$\frac{f_{c,cyl}}{f_{c,cube150}} = k_{cyl/cube} = 0{,}82$$

víz alatt tárolt kocka és henger

mit:

$f_{c,cube150}$ Betondruckfestigkeit eines Würfels mit 150 mm Kantenlänge,

$f_{c,cube200}$ Betondruckfestigkeit eines Würfels mit 200 mm Kantenlänge,

$f_{c,cyl}$ Betondruckfestigkeit eines Zylinders ($Ø/h$ = 150/300 mm).

[5] DIN EN 206–1:2001–07: Beton – Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität; Deutsche Fassung EN 206–1:2000.

[6] DIN 1045–2:2008–08: Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 2: Beton; Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität; Anwendungsregeln zu DIN EN 206–1.

[8] DIN EN 12390–2:2009–08: Prüfung von Festbeton – Teil 2: Herstellung und Lagerung von Probekörpern für Festigkeitsprüfungen; Deutsche Fassung EN 12390–2:2009.

Da die Lagerungsbedingungen in [12] weitestgehend der „Trockenlagerung" im nationalen Anhang von [8] entsprechen, kann der Umrechnungsfaktor k_L für Normalbeton entsprechend [6] festgelegt werden.

$$\frac{f_{c,cube150}}{f_{c,dry}} = k_L = 0{,}92$$

mit:

$f_{c,cube150}$ Betondruckfestigkeit eines Würfels mit 150 mm Kantenlänge bei 28-tägiger Lagerung unter Wasser,

$f_{c,dry}$ Betondruckfestigkeit eines Würfels mit 150 mm Kantenlänge bei Trockenlagerung.

[12] DIN 1048:1943-x: Teil D – Bestimmungen für Betonprüfungen bei Ausführung von Bauwerken aus Beton und Stahlbeton.

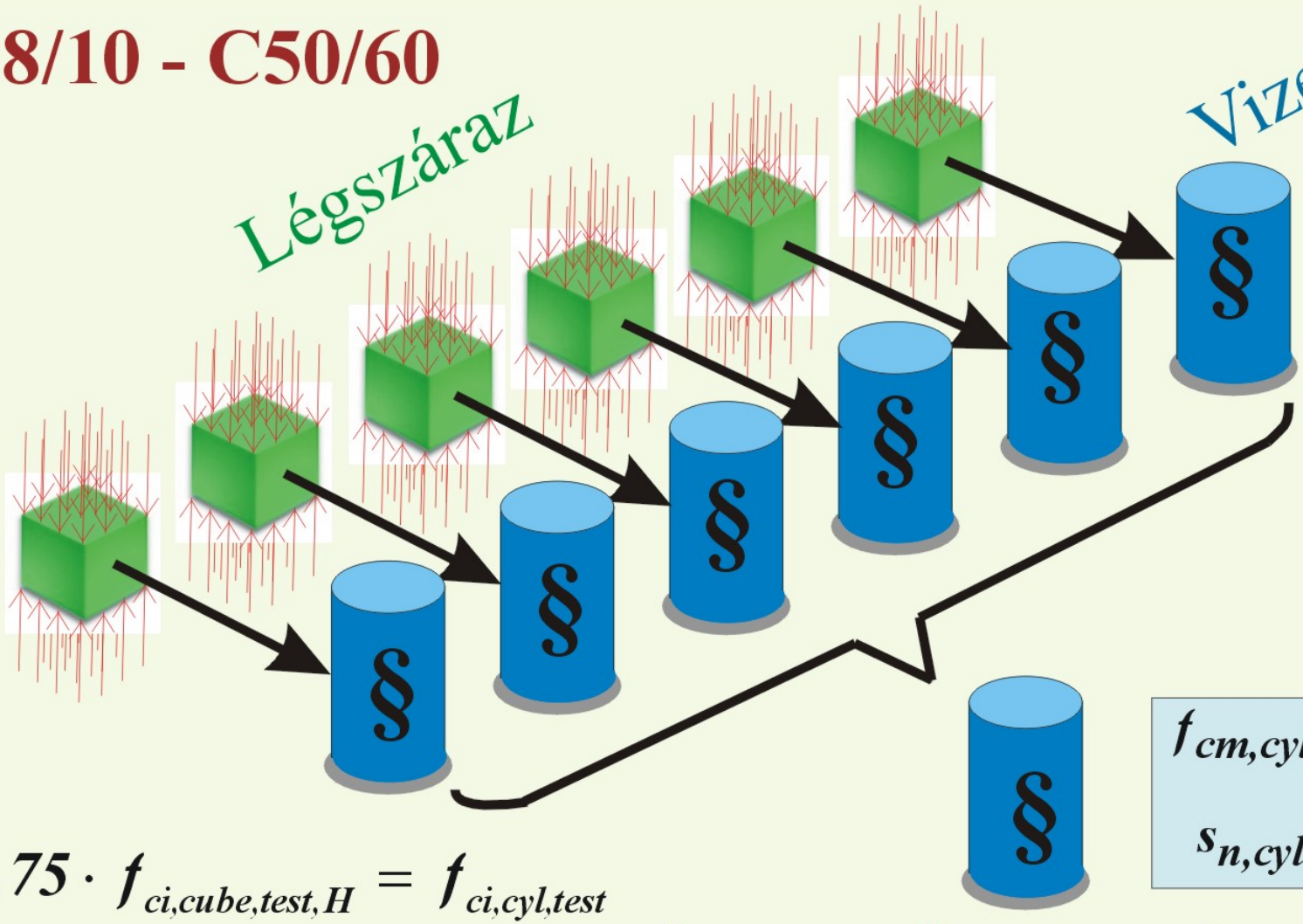
Lásd még: *Hilsdorf, H. K.*: „Beton". Beton-Kalender 1992., Teil I., p. 40.)

$0{,}82 \times 0{,}92 = 0{,}7544 \sim 0{,}75$

ezért:

$f_{ci,cyl} = 0{,}75 \times f_{ci,cube,H}$

C8/10 - C50/60



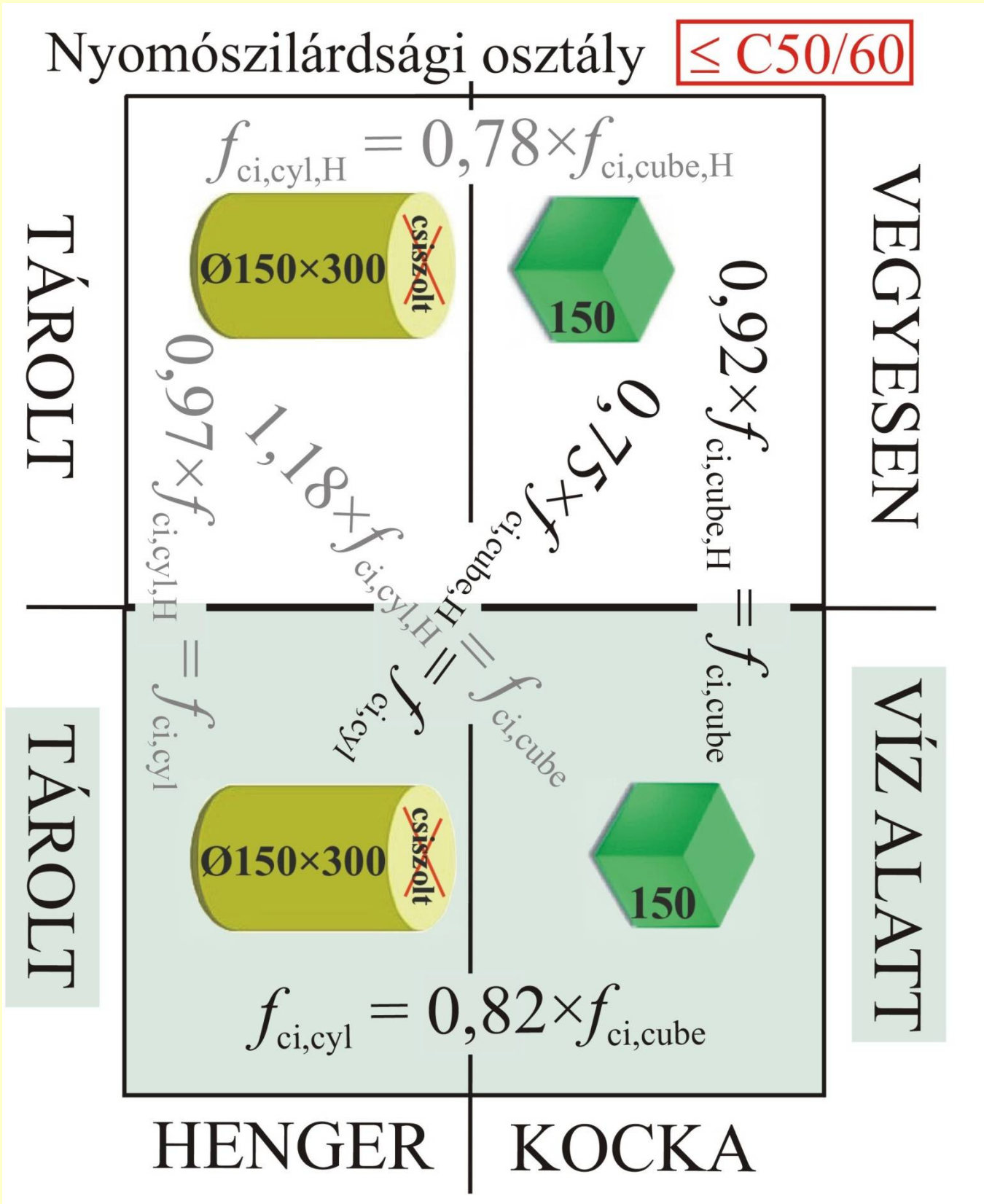
$$0,75 \cdot f_{ci,cube,test,H} = f_{ci,cyl,test}$$

$$f_{ck,cyl} \leq f_{cm,cyl,test} - \lambda_n \cdot s_{n,cyl} = f_{ck,cyl,test}$$

(C55/67 – C100/115 között: $0,8 \cdot f_{ci,cube,test,H} = f_{ci,cyl,test}$)

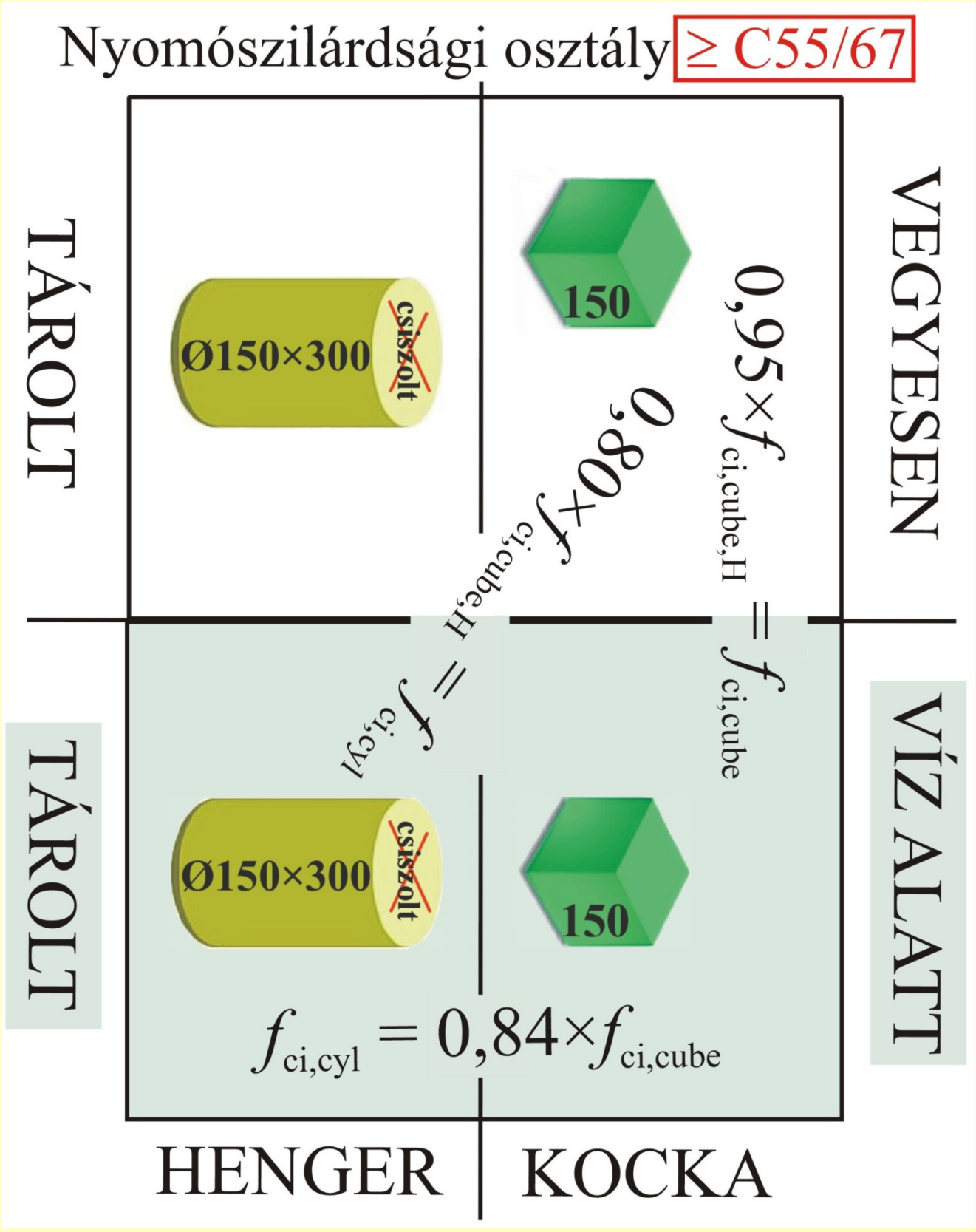
Kausay

Hilsdof és *Schnell* et al. féle henger-kocka nyomószilárdság átszámítási képletek, ha ≤ C50/60



Kausay

Hilsdof és *Schnell* et al. féle henger-kocka nyomószilárdság átszámítási képletek, ha ≥ C55/67



Nyomott felület kialakítása	Felső lap simított (habarcsolva)	Felső lap csiszolt, alsó lapja natúr	Mind a két lap csiszolt
Végig víz alatt tárolt Φ150·300 mm méretű próbahengerek	Töréskor nem robbantak	Töréskor robbantak	Töréskor robbantak
Átlagos nyomószilárdság, N/mm^2	42,8	51,4	52,7
Nyomószilárdság, %	100,0	120,0	123,1
Szórás, N/mm^2	1,68	0,67	1,64
Mértékadó szórás, N/mm^2	3,00	3,00	3,00
Student-tényező, n = 3	2,92	2,92	2,92
Jellemző érték, N/mm^2	34,06	42,63	43,94
Nyomószilárdsági osztály	C30/37	C40/50	C40/50
Szórás a terjedelemből. N/mm^2	1,95	0,71	1,89
Mértékadó szórás, N/mm^2	3,00	3,00	3,00
Student-tényező, n = 3	2,92	2,92	2,92
Jellemző érték, N/mm^2	34,06	42,63	43,94
Nyomószilárdsági osztály	C30/37	C40/50	C40/50

Nyomott felület kialakítása	Felső lap simított (habarcsolva)	Felső lap csiszolt, alsó lapja natúr	Mind a két lap csiszolt
Végig víz alatt tárolt Φ150·300 mm méretű próbahengerek	Töréskor nem robbantak	Töréskor robbantak	Töréskor robbantak
Átlagos nyomószilárdság, N/mm^2	42,8	51,4	52,7
Nyomószilárdság, %	100,0	120,0	123,1
Szórás, N/mm^2	1,68	0,67	1,64
Mértékadó szórás, N/mm^2	3,00	3,00	3,00
Student-tényező, n = 3	2,92	2,92	2,92
Jellemző érték, N/mm^2	34,06	42,63	43,94
Nyomószilárdsági osztály	C30/37	C40/50	C40/50
Szórás a terjedelemből. N/mm^2	1,95	0,71	1,89
Mértékadó szórás, N/mm^2	3,00	3,00	3,00

A csiszolt Ø150×300 mm méretű próbahenger nyomószilárdságának jellemző értéke akár meg is haladhatja a 150 mm élhosszúságú próbakocka nyomószilárdságának jellemző értékét.

A nyomószilárdságot az MSZ EN 12390-3 szerint kell meghatározni, azzal a kiegészítéssel, hogy azoknak a próbatesteknek a teherviselésre szánt felületét, amelyek mérete vagy alakja az MSZ EN 12390-1 előírásainak, illetve az MSZ EN 12390-3 szabvány B melléklete előírásainak megfelel, az MSZ EN 12390-3 szabvány 5. fejezete, illetve A melléklete szerint kiigazítani indokolatlan (értelmezésem szerint nem szabad!).

Az MSZ EN 12390-1 előírásainak, illetve az MSZ EN 12390-3 szabvány B melléklete előírásainak meg nem felelő méretű vagy alakú próbatestek csiszolással történő kiigazítása az MSZ 4798:2016 szabvány szerint nem javasolt (nem szabad!), mert a korrekciós tényezőnek jelenleg nincs közmegegyezéssel elfogadott értéke.

Az MSZ EN 12390-3 szabvány 5.2. szakasz első mondata úgy értelmezendő, hogy a nyomószilárdság vizsgálati próbatestek méretét az MSZ EN 12390-3 szabvány B melléklete szerint meg kell vizsgálni, és ha a próbatest mérete az MSZ EN 12390-1 szerinti méretekre előírt mérettűréseken kívül esik, akkor a próbatestet nyomószilárdság vizsgálat előtt vagy kalcium-aluminát cementhabarccsal vagy kénkeverékkel vagy homokdoboz módszerrel ki kell igazítani, vagy a nyomószilárdság vizsgálatból ki kell hagyni.

2010 óta

a betonszerkezetek tervezését az MSZ EN 1992-1-1:2010 (Eurocode 2) méretezési szabvány alapján kell végezni.

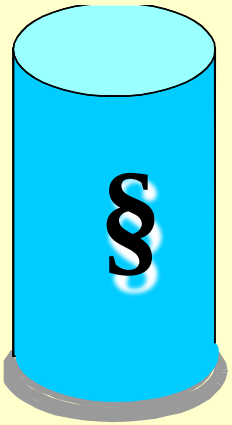
Az MSZ EN 1992-1-1:2010 szabvány szerint

a meg nem felelő tétel elfogadási valószínűsége: 50 %,

az alulmaradási hányad: 5,0 %,

az alulmaradási (*Student*) tényező értéke $t_{n>40}$ esetén: 1,645.

Az MSZ EN 1992-1-1:2010 szabvány a beton nyomószilárdsága alatt a 28 napos korú, végig víz alatt tárolt Ø150×300 mm méretű hengerek szilárdságát érti,



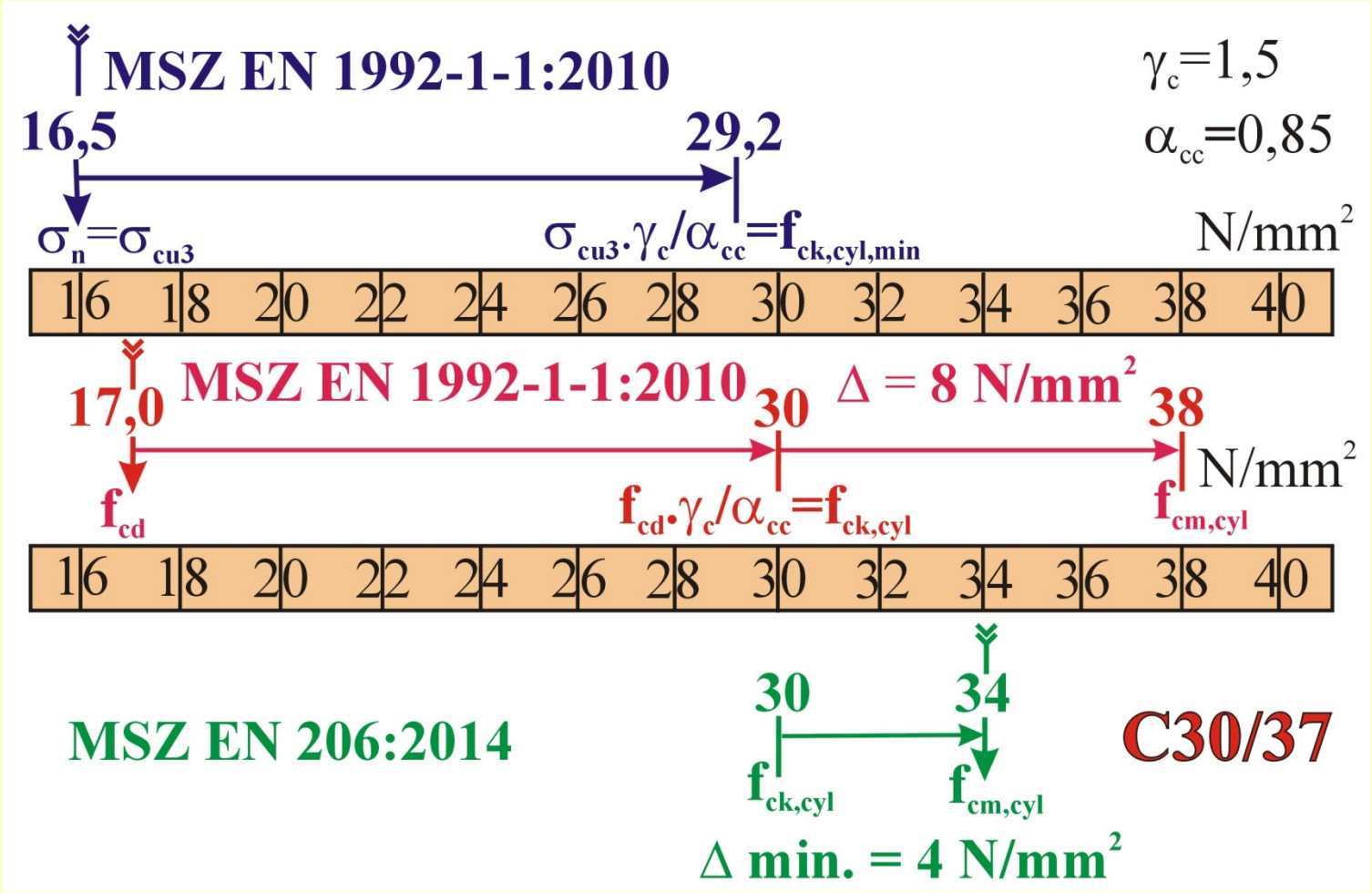
a beton nyomószilárdságának megfelelőségét a 150 mm átmérőjű, 300 mm magas, végig víz alatt tárolt próbahengerek nyomószilárdsága alapján ítéli meg, következésképpen a megfelelőségi feltételek is ezekre a hengerekre vonatkoznak.

MSZ EN 1992-1-1:2010 Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése. 1-1. rész: Általános és épületekre vonatkozó szabályok

3.1. táblázat: A betonok szilárdsági és alakváltozási jellemzői

Betonszilárdsági osztályok															Analitikus összefüggés/magyarázat
f_{ck} [MPa]	12	16	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90	
$f_{ck,cube}$ [MPa]	15	20	25	30	37	45	50	55	60	67	75	85	95	105	
f_{cm} [MPa]	20	24	28	33	38	43	48	53	58	63	68	78	88	98	$f_{cm}=f_{ck}+8$ [MPa]
f_{ctm} [MPa]	1,6	1,9	2,2	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	$f_{ctm}=0{,}30 f_{ck}^{(2/3)} \le$ C50/60 $f_{ctm}=2{,}12\times\ln[1+(f_{cm}/10)]$ >C50/60
$f_{ctk,0,05}$ [MPa]	1,1	1,3	1,5	1,8	2,0	2,2	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,2	3,4	3,5	$f_{ctk0,05}=0{,}7 f_{ctm}$ 5%-os kvantilis
$f_{ctk,0,95}$ [MPa]	2,0	2,5	2,9	3,3	3,8	4,2	4,6	4,9	5,3	5,5	5,7	6,0	6,3	6,6	$f_{ctk0,95}=1{,}3 f_{ctm}$ 95%-os kvantilis
E_{cm} [GPa]	27	29	30	31	33	34	35	36	37	38	39	41	42	44	$E_{cm}=22(f_{cm}/10)^{0,3}$ (f_{cm} MPa-ban)
ε_{c1} [‰]	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,25	2,3	2,4	2,45	2,5	2,6	2,7	2,8	2,8	lásd a 3.2. ábrát ε_{c1}[‰]$=0{,}7 f_{cm}^{0,31} \le 2{,}8$
ε_{cu1} [‰]	3,5									3,2	3,0	2,8	2,8	2,8	lásd a 3.2. ábrát ha $f_{ck} \ge 50$ MPa: ε_{cu1}[‰]$=2{,}8+27[(98-f_{cm})/100]^4$
ε_{c2} [‰]	2,0									2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	lásd a 3.3. ábrát ha $f_{ck} \ge 50$ MPa: ε_{c2}[‰]$=2{,}0+0{,}085(f_{ck}-50)^{0,53}$
ε_{cu2} [‰]	3,5									3,1	2,9	2,7	2,6	2,6	lásd a 3.3. ábrát ha $f_{ck} \ge 50$ MPa: ε_{cu2}[‰]$=2{,}6+35[(90-f_{ck})/100]^4$
n	2,0									1,75	1,6	1,45	1,4	1,4	ha $f_{ck} \ge 50$ MPa: $n=1{,}4+23{,}4[(90-f_{ck})/100]^4$
ε_{c3} [‰]	1,75									1,8	1,9	2,0	2,2	2,3	lásd a 3.4. ábrát ha $f_{ck} \ge 50$ MPa: ε_{c3}[‰]$=1{,}75+0{,}55[(f_{ck}-50)/40]$
ε_{cu3} [‰]	3,5									3,1	2,9	2,7	2,6	2,6	lásd a 3.4. ábrát ha $f_{ck} \ge 50$ MPa: ε_{cu3}[‰]$=2{,}6+35[(90-f_{ck})/100]^4$

A beton nyomószilárdsága tervezési, jellemző és átlag értékének összevetése a tartós szilárdság figyelembevételével



γ_c a beton σ_{cu3} nyomófeszültségének biztonsági (parciális) tényezője

α_{cc} a beton σ_{cu3} nyomófeszültségének a tartós szilárdság figyelembevételére szolgáló osztója, 100 év tervezési élettartamú szerkezetek esetén α_{cc} = 0,85

Kísérlettel segített (statikai) tervezés során – amikor a szórás számítható – a jellemző (karakterisztikus) érték számításának módszere az MSZ EN 1990:2011 szabványban (D7. szakasz)

MAGYAR SZABVÁNY MSZ EN 1990

Eurocode: A tartószerkezetek tervezésének alapjai

– Általában az „ismeretlen V_X" sort kell alkalmazni abban az esetben, ha a V_X előzetes adatok alapján még nem ismert, és azt a mintából kell meghatározni a következők szerint:

$$s_x^2 = \frac{1}{n-1}\sum (x_i - m_x)^2$$

$$V_x = s_x / m_x$$

Az anyagtulajdonságok jellemző értékét az MSZ EN 1990:2011 Eurocode) D7. mellékletének ajánlott módszere szerint például az 5 %-os alulmaradási hányaddal kell kiszámítani: $X_k = X_m \times (1 - k_n \times V) = X_m - k_n \times s$, ahol X_m az átlagérték, k_n az alulmaradási tényező, $V = s/X_m$ a variációs tényező (variációs együttható, vagy relatív szórás), s a korrigált tapasztalati szórás.

(3) A γ_m parciális tényezőt általában a kísérleti eredmények alkalmazási területének figyelembevételével kell megválasztani.

A k_n értékek lényegében a *Student*-tényezők:

D1. táblázat: A k_n értékei az 5%-os karakterisztikus érték meghatározásához

n	1	2	3	4	5	6	8	10	20	30	∞
Ismert V_X	2,31	2,01	1,89	1,83	1,80	1,77	1,74	1,72	1,68	1,67	1,64
Ismeretlen V_X	–	–	3,37	2,63	2,33	2,18	2,00	1,92	1,76	1,73	1,64

1. MEGJEGYZÉS: Ez a táblázat normális eloszlás feltételezésével készült.

A gyártó a folyamatos gyártás eredményét az MSZ EN 206:2014 szabvány szerint az

$f_{ck,cube,test} = f_{cm,cube,test} - \lambda \times \sigma_{n,cube}$ **formulával értékeli,**

ahol az alulmaradási tényező: $\lambda = \lambda_{15,\ Taerwe} = 1{,}48$**.**

Ez az „alulmaradási formula” feltételezi, hogy

1. **a nem megfelelő friss betont nem építjük be, vagy utólag megerősítjük;**
2. **ha a gyártó „kritikusan jó” betont készít, akkor azt a feltételrendszer 0,7 körüli valószínűséggel megfelelőnek minősíti.**

E feltételezéssel szembeni észrevétel:

1. **a friss beton sorsát nem lehet nyomon követni, és a későbbiekben nem lehet megerősíteni;**
2. **szerkezeteink biztonsága szempontjából több mint méltányolható lenne az olyan módszer alkalmazása, amelyben az átadó és az átvevő kockázata nem 30-70 %, hanem 50-50 %.**

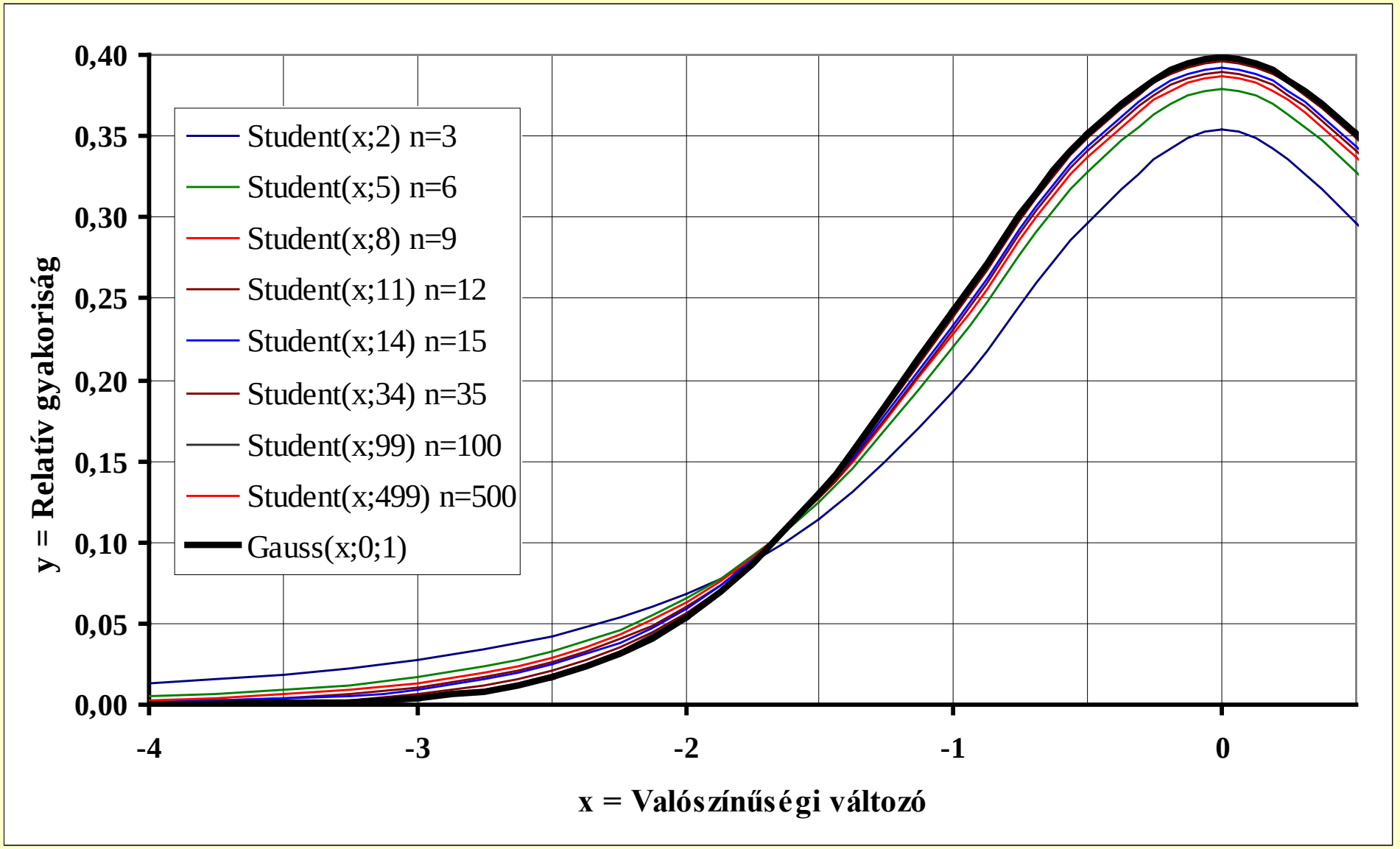
Ezért véleményünk szerint a nyomószilárdság vizsgálati eredmények értékelése során, ha összhangban kívánunk maradni az MSZ EN 1992-1-1:2010 (Eurocode 2) szabvánnyal, akkor a folyamatos gyártás során a *Student*-tényezővel kell (kellene) a jellemző (karakterisztikus) értéket kiszámítani:

$$f_{ck,cube,test} = f_{cm,cube,test} - \lambda_{n,Student} \times s_{n,cube,test}$$

Ha feltételezzük, hogy a vizsgálati eredmények egy általunk nem ismert μ várható értékű és σ szórású *Gauss*-féle normális eloszlást követnek, akkor az eloszlás 5%-os kvantilise az $f_{ck,test} = \mu - 1{,}645 \times \sigma$ formulával számolható.

Ha méréseink korlátozott száma miatt nem ismerjük az eloszlás szórását, akkor a valószínűségi változó ún. n - 1 szabadságfokú *Student*-féle *t*-eloszlást követi, és az 5%-os kvantilis értéke az n mintaszám függvényében a *t*-eloszlás táblázatból vett értékének segítségével becsülhető.

Ha a minták n száma növekszik, akkor a *Student*-féle *t*-eloszlás a *Gauss*-féle normális eloszláshoz, az $f_{cm,test}$ tapasztalati átlag a μ elméleti várható értékhez, az s tapasztalati szórás a σ elméleti szóráshoz tart.


0,40
0,35
0,30
0,25
0,20
0,15
0,10
0,05
0,00
y = Relatív gyakoriság
-4
-3
-2
-1
0
x = Valószínűségi változó
Student(x;2) n=3
Student(x;5) n=6
Student(x;8) n=9
Student(x;11) n=12
Student(x;14) n=15
Student(x;34) n=35
Student(x;99) n=100
Student(x;499) n=500
Gauss(x;0;1)

Alulmaradási tényezők

Mintaszám n	Szabadságfok a *Student*-féle eloszlás esetén n - 1	*Student*-tényező t_n	*Taerwe*-tényező λ_n
	(*Stange – Henning*, 1966)		(*Taerwe*, 1986)
2	1	6,314	
3	2	2,920	2,67
4	3	2,353	2,20
5	4	2,132	1,99
6	5	2,015	1,87
7	6	1,943	1,77
8	7	1,895	1,72
9	8	1,860	1,67
10	9	1,833	1,62
11	10	1,812	1,58
12	11	1,796	1,55
13	12	1,782	1,52
14	13	1,771	1,50
15	14	1,761	*1,48*
20	19	1,729	
30	29	1,699	
∞	∞	*1,645*	

Mind a *Student*-eloszlás alulmaradási tényezője, mind a *Taerwe*-féle $\lambda_{n=15}$ = 1,48-os érték matematikai statisztikailag korrekt, de — és ez a különbség igazi oka — teljességgel eltérő körülmények között.

Az MSZ EN 206:2014 szabványnak (és elődjének) az a komoly hiányossága, hogy a szabványba csak megfelelőségi feltétel került be, a folyamatos nyomon követés és utólagos javítás kötelezettsége nélkül, ami annyiban érthető, hogy végrehajthatatlan lenne.

Hosser, D. – Gensel, D.: **Kritische Bewertung der Statistik beim Konformitätsnachweis der Betondrickfestikkeit nach prEN 206. TU Braunschweig, IBMB (Inst. F. Baustoffe, Massivbau und Brandschutz) Im Auftrag des Deutschen Beton-Verein E.V. Braunschweig, 1995.**

OC-görbe (Operating characteristic curve)

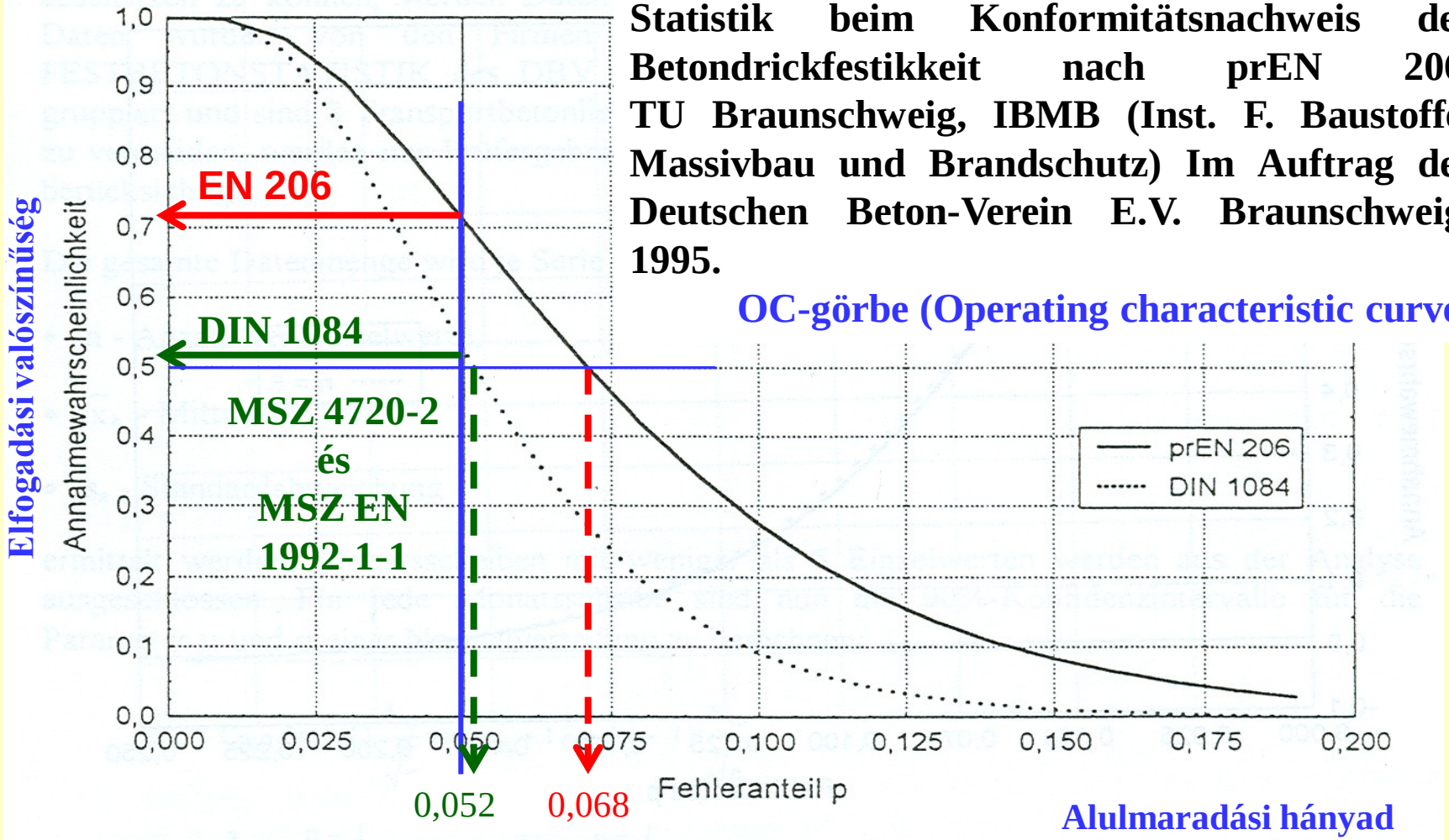


Bild 1: Annahmekennlinien zum Konformitätsnachweis nach prEN 206 und DIN 1084

Elfogadási jelleggörbe (OC-görbe) a megfelelőség igazolásához az EN 206, a DIN 1084 és az MSZ EN 1992-1-1 szabvány szerint

Annex J
(informative)

Deviation to accommodate a notified Spanish Regulation

(1) In the mandatory Spanish Regulation (Instrucción de Hormigón Estructural (in English: Structural Concrete Code), approved 18 July 2008 by Royal Decree 1247/2008), there is the requirement for the consumer risk to be not greater than 50 % where the population in the assessment period has exactly 5 % of all possible results below the characteristic strength. Alteration of this national regulation is outside of the competence of CEN/CENELEC members. For the application of EN 206 in Spain, the national regulation remains valid and Spain is free to use higher coefficients in formulation presented in section 8.2.1.3.2 (method B).

J függelék
(tájékoztatás)

Eltérés egy közzétett spanyol rendelet alkalmazásához

(1) Az „Instrucción de Hormigón Estructural” (Szabályok betonok méretezésére beton tartószerkezetekben) rendelkező spanyol előírás, amelyet 2008. július 18-án a 1247/2008. számú Királyi Rendelettel hagytak jóvá, tartalmazza azt a követelményt, hogy az átvevő kockázata legfeljebb 50%-os lehet, ha az értékelési időszak alatt az összes lehetséges eredmény alapsokaságának 5%-a a jellemző szilárdsági érték alatt van. Ennek a nemzeti szabályozásnak a megváltoztatása nem tartozik a CEN/CENELEC tagok hatáskörébe. Az EN 206 spanyolországi alkalmazása vonatkozásában továbbra is érvényes ez a nemzeti előírás, és ott magasabb együtthatók használata engedélyezett a 8.2.1.3.2. szakasz (B módszer) szerinti számításokban.

Mi a $W_{Ann}(0,05) = 0,5$ szerinti vizsgálati terv?

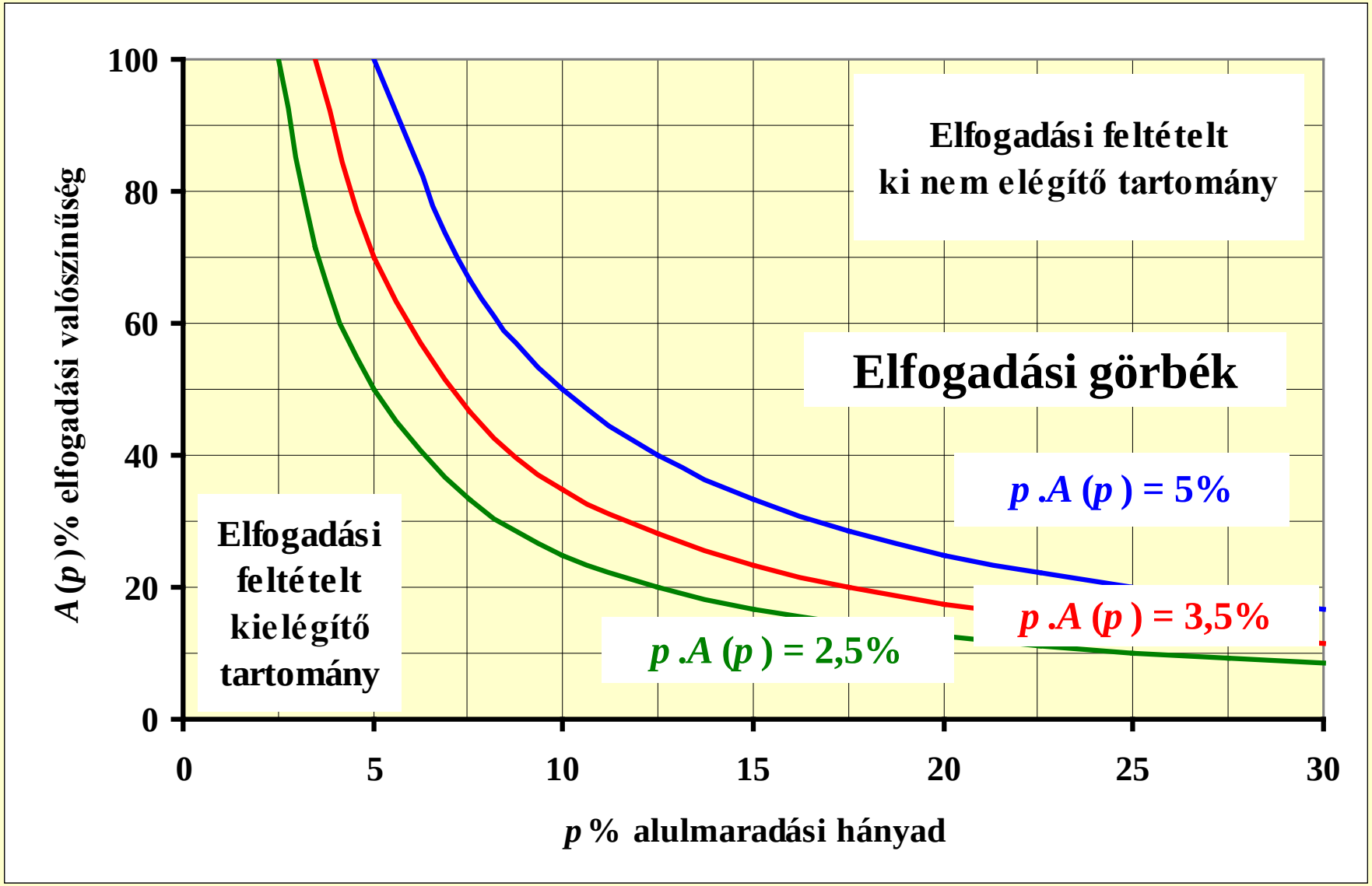
Ha bevezetjük az adott a *p* alulmaradási hányadú beton elfogadási valószínűségét, A(*p*)-t, — amely azt mondja meg, hogy a *p* alulmaradási hányadú betont milyen valószínűséggel fogjuk elfogadni, — akkor a minőségbiztosítási rendszer $p = 0,05$ alulmaradási hányad esetén a következő elfogadási feltétellel jellemezhető:

$$p \times A(p) \leq 0,05 \times A(p)$$

Ha az *elfogadási valószínűség* 50%,
akkor azt így jelöljük: $A(p) = 0,5$,
Németországban pedig így jelölik: $W_{Ann}(0,05) = 0,5$

A beton gyártója számára olyan minőségbiztosítási rendszer lenne a legkedvezőbb, amelyben ha a gyártó éppen „kritikusan jó” betont gyárt (azaz $p = 5\%$), akkor a beton 100% valószínűséggel ($A(p) = 1{,}0$) kerülne elfogadásra.

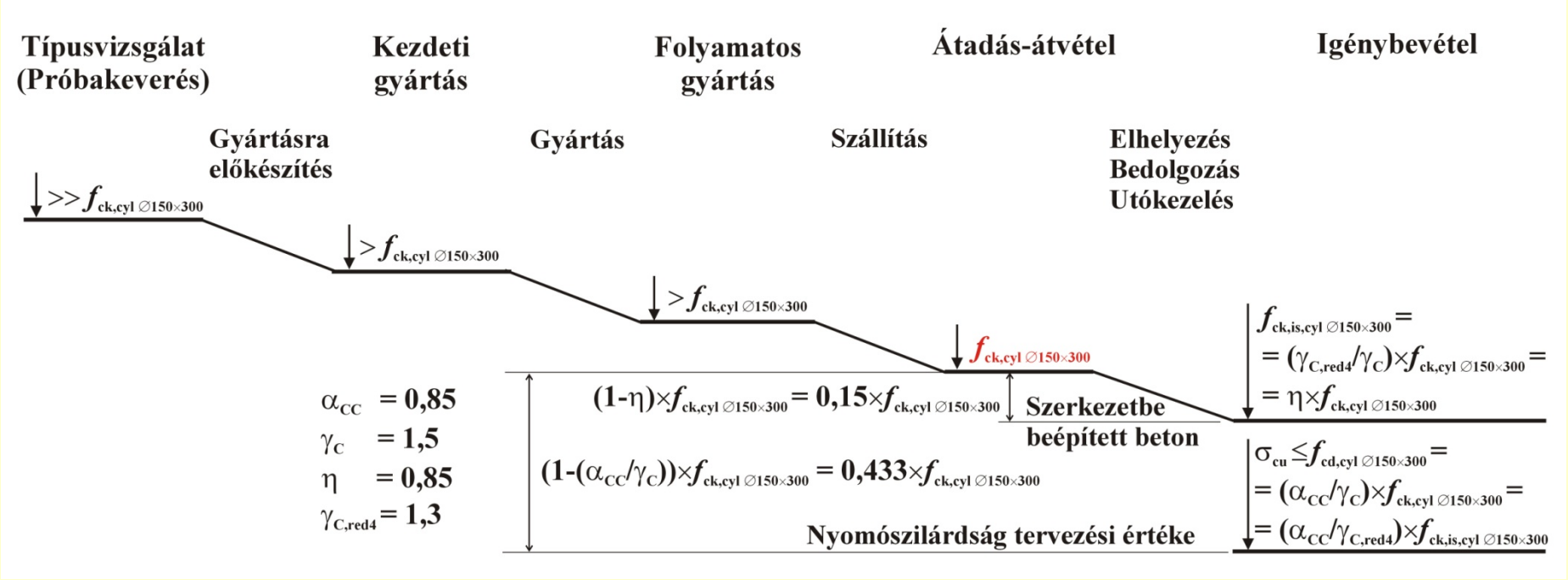
Az ilyen minőségbiztosítási rendszer $p = 0{,}05$ jellemző érték esetén a $p \times A(p) \leq 0{,}05 \times 1{,}0 \rightarrow 5\%$ feltételt teljesíti.



A(p) **a** ***p*** **jellemző értékű beton elfogadási valószínűsége. A** ***p*****×A(*****p*****) elfogadási feltétel értéke:**

Taerwe**-féle eloszlás esetén:** $p \times A(p) \leq 0{,}05 \times 0{,}7 = 0{,}035 \rightarrow 3{,}5\%$ **(MSZ EN 206:2014)**

Student**-féle eloszlás esetén:** $p \times A(p) \leq 0{,}05 \times 0{,}5 = 0{,}025 \rightarrow 2{,}5\%$ **(MSZ EN 1992-1-1:2010)**



Beton útja a típusvizsgálattól (próbakeveréstől) a szerkezetbe építésig (igénybevételig), avagy a beton előírt jellemző (karakterisztikus) értékének ($f_{ck,cyl\ Ø150\times300}$) változása a típusvizsgálat (próbakeverés) és a szerkezetbe építés (igénybevétel) között az MSZ EN 1992-1-1:2010 (Eurocode 2) és MSZ 4798:2016 szabvány szerint

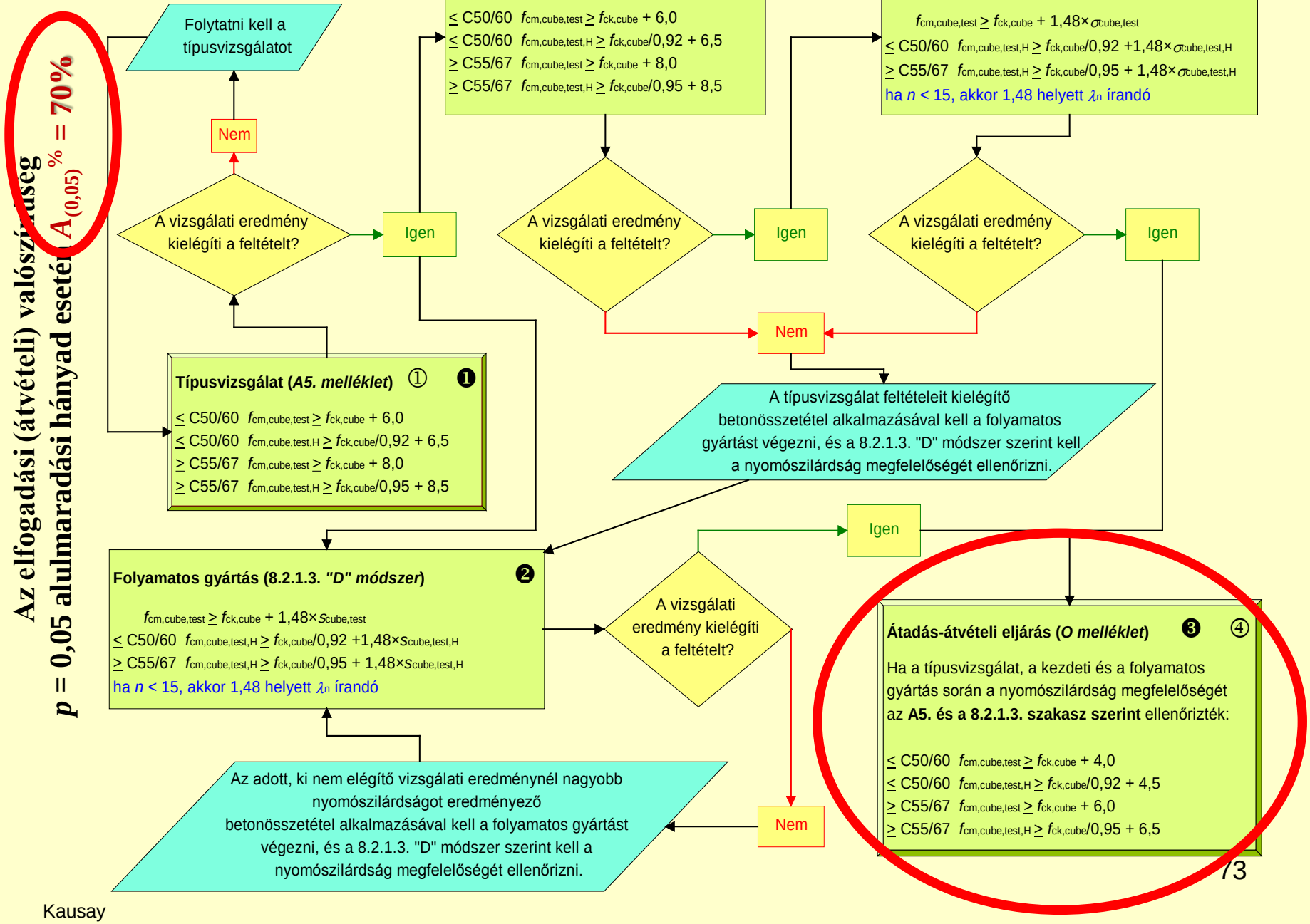
Nyomószilárdság értékelési rendje az MSZ 4798:2016 szabvány szerint

Nyomószilárdság szerinti megfelelőség értékelése			
a **kezdeti gyártást megelőző** időszakban végzett **típusvizsgálat** eredménye alapján	a **kezdeti gyártás** időszakában végzett **gyártásközi ellenőrzés** eredménye alapján Megfelelőségi feltétel a kezdeti gyártás során	a **folyamatos gyártás** időszakában végzett **gyártásközi ellenőrzés** eredménye alapján Megfelelőségi feltétel a folyamatos gyártás során	az **átadás-átvételi** eljárás során **a gyártási időszaktól függetlenül**
Megfelelőség értékelés résztvevői			
Típusvizsgálat értékelése, felügyelete és tanúsítása : Gyártó Felügyelő (tanúsító) szervezet Vizsgáló laboratórium	Gyártásközi ellenőrzés értékelése, felügyelete és tanúsítása : Gyártó Felügyelő (tanúsító) szervezet Vizsgáló laboratórium	Gyártásközi ellenőrzés értékelése, felügyelete és tanúsítása : Gyártó Felügyelő (tanúsító) szervezet Vizsgáló laboratórium	Átadás-átvételi eljárás során: Gyártó Vevő Vizsgáló laboratórium
A 150 mm élhosszúságú, 28 napos korú próbakockák, illetve ilyenek alkotta minták átlagos nyomószilárdságának ($f_{cm,cube,test}$, $f_{cm,cube,test,H}$) megfelelősége, N/mm^2			
Lásd a következő táblázatot			

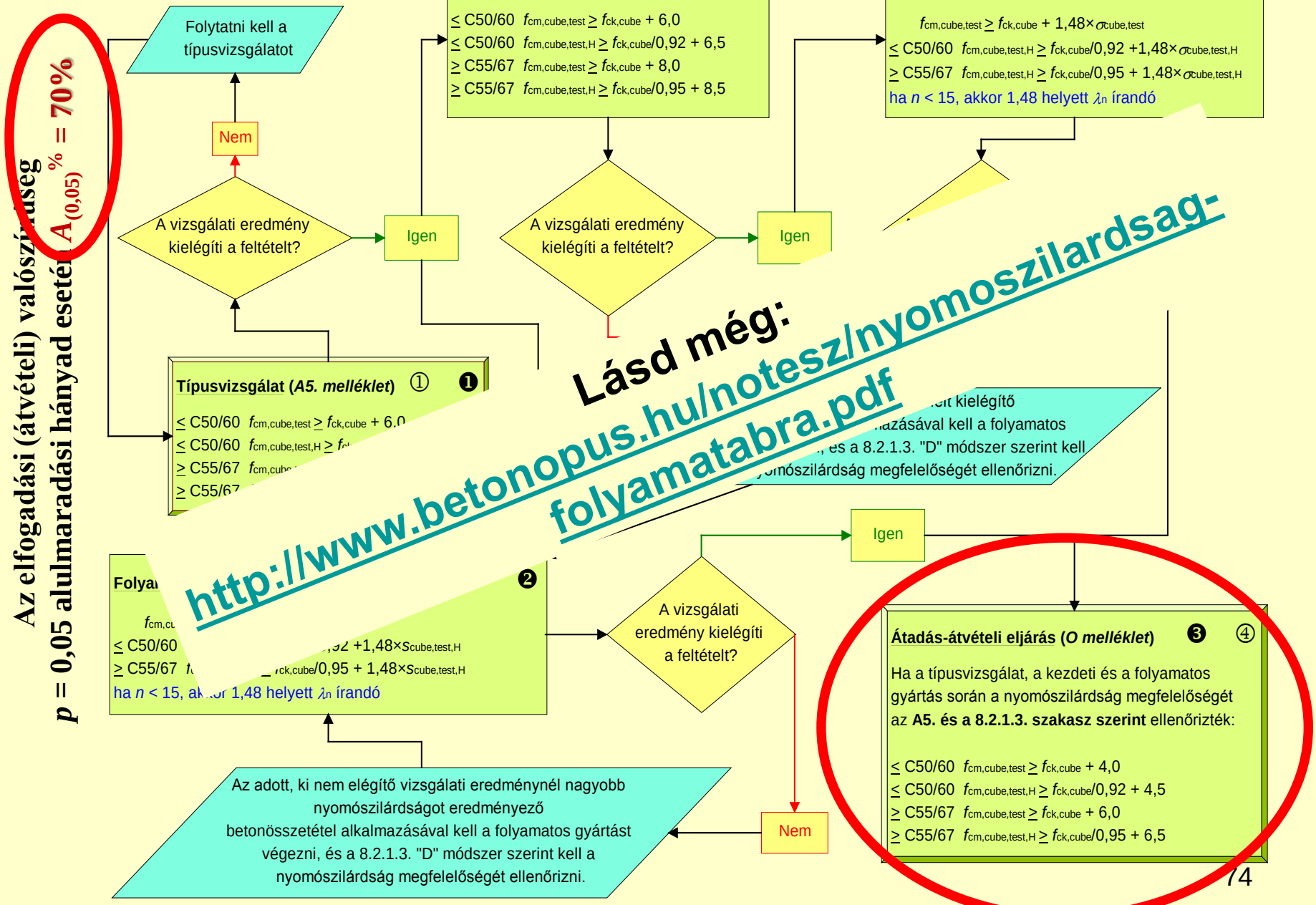
Lásd a következő diákat

Nyomószilárdság értékelési rendje az MSZ 4798:2016 szabvány szerint, ha az elfogadási valószínűség p = 0,05 alulmaradási hányad esetén $A_{(0,05)}{}^{\%} = 70\%$

Nyomószilárdság szerinti megfelelőség értékelése			
a **kezdeti gyártást megelőző** időszakban végzett **típusvizsgálat** eredménye alapján	a **kezdeti gyártás** időszakában végzett **gyártásközi ellenőrzés** eredménye alapján	a **folyamatos gyártás** időszakában végzett **gyártásközi ellenőrzés** eredménye alapján	az **átadás-átvételi** eljárás során **a gyártási időszaktól függetlenül**
Megfelelőségi feltétel a kezdeti gyártás során		**Megfelelőségi feltétel a folyamatos gyártás során**	
A 150 mm élhosszúságú, 28 napos korú próbakockák, illetve ilyenek alkotta minták átlagos nyomószilárdságának ($f_{cm,cube,test}$, $f_{cm,cube,test,H}$) megfelelősége, N/mm²			
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 6,0$	**≤ C50/60** $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 6,0$	**≤ C50/60 és ≥ C55/67** $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 1,48 \times \sigma_{cube,test}$	**≤ C50/60** $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 4,0$
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 6,5$	**≤ C50/60** $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 6,5$	**≤ C50/60** $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 1,48 \times \sigma_{cube,test,H}$	**≤ C50/60** $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 4,5$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 8,0$	**≥ C55/67** $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 8,0$	**≥ C55/67** $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 1,48 \times \sigma_{cube,test,H}$	**≥ C55/67** $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 6,0$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 8,5$	**≥ C55/67** $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 8,5$	**ha n < 15, akkor 1,48 helyett λ_n írandó**, és ahol λ_n a *Taerwe*-tényező és $\sigma_{cube,test} \rightarrow s_{cube,test}$ stb.	**≥ C55/67** $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 6,5$


Az elfogadási (átvételi) valószínűség
p = 0,05 alulmaradási hányad esetén A(0,05) % = 70 %
Folytatni kell a típusvizsgálatot
Nem
A vizsgálati eredmény kielégíti a feltételt?
Igen
Típusvizsgálat (A5. melléklet) ① ❶
≤ C50/60 fcm,cube,test ≥ fck,cube + 6,0
≤ C50/60 fcm,cube,test,H ≥ fck,cube/0,92 + 6,5
≥ C55/67 fcm,cube,test ≥ fck,cube + 8,0
≥ C55/67 fcm,cube,test,H ≥ fck,cube/0,95 + 8,5
Kezdeti gyártás (8.2.1.3. "A" módszer) ②
≤ C50/60 fcm,cube,test ≥ fck,cube + 6,0
≤ C50/60 fcm,cube,test,H ≥ fck,cube/0,92 + 6,5
≥ C55/67 fcm,cube,test ≥ fck,cube + 8,0
≥ C55/67 fcm,cube,test,H ≥ fck,cube/0,95 + 8,5
Folyamatos gyártás (8.2.1.3. "B" módszer) ③
fcm,cube,test ≥ fck,cube + 1,48×σcube,test
≤ C50/60 fcm,cube,test,H ≥ fck,cube/0,92 +1,48×σcube,test,H
≥ C55/67 fcm,cube,test,H ≥ fck,cube/0,95 + 1,48×σcube,test,H
ha n < 15, akkor 1,48 helyett λn írandó
A típusvizsgálat feltételeit kielégítő betonösszetétel alkalmazásával kell a folyamatos gyártást végezni, és a 8.2.1.3. "D" módszer szerint kell a nyomószilárdság megfelelőségét ellenőrizni.
Folyamatos gyártás (8.2.1.3. "D" módszer) ❷
fcm,cube,test ≥ fck,cube + 1,48×scube,test
≤ C50/60 fcm,cube,test,H ≥ fck,cube/0,92 +1,48×scube,test,H
≥ C55/67 fcm,cube,test,H ≥ fck,cube/0,95 + 1,48×scube,test,H
ha n < 15, akkor 1,48 helyett λn írandó
A vizsgálati eredmény kielégíti a feltételt?
Igen
Nem
Átadás-átvételi eljárás (O melléklet) ❸ ④
Ha a típusvizsgálat, a kezdeti és a folyamatos gyártás során a nyomószilárdság megfelelőségét az A5. és a 8.2.1.3. szakasz szerint ellenőrizték:
≤ C50/60 fcm,cube,test ≥ fck,cube + 4,0
≤ C50/60 fcm,cube,test,H ≥ fck,cube/0,92 + 4,5
≥ C55/67 fcm,cube,test ≥ fck,cube + 6,0
≥ C55/67 fcm,cube,test,H ≥ fck,cube/0,95 + 6,5
Az adott, ki nem elégítő vizsgálati eredménynél nagyobb nyomószilárdságot eredményező betonösszetétel alkalmazásával kell a folyamatos gyártást végezni, és a 8.2.1.3. "D" módszer szerint kell a nyomószilárdság megfelelőségét ellenőrizni.

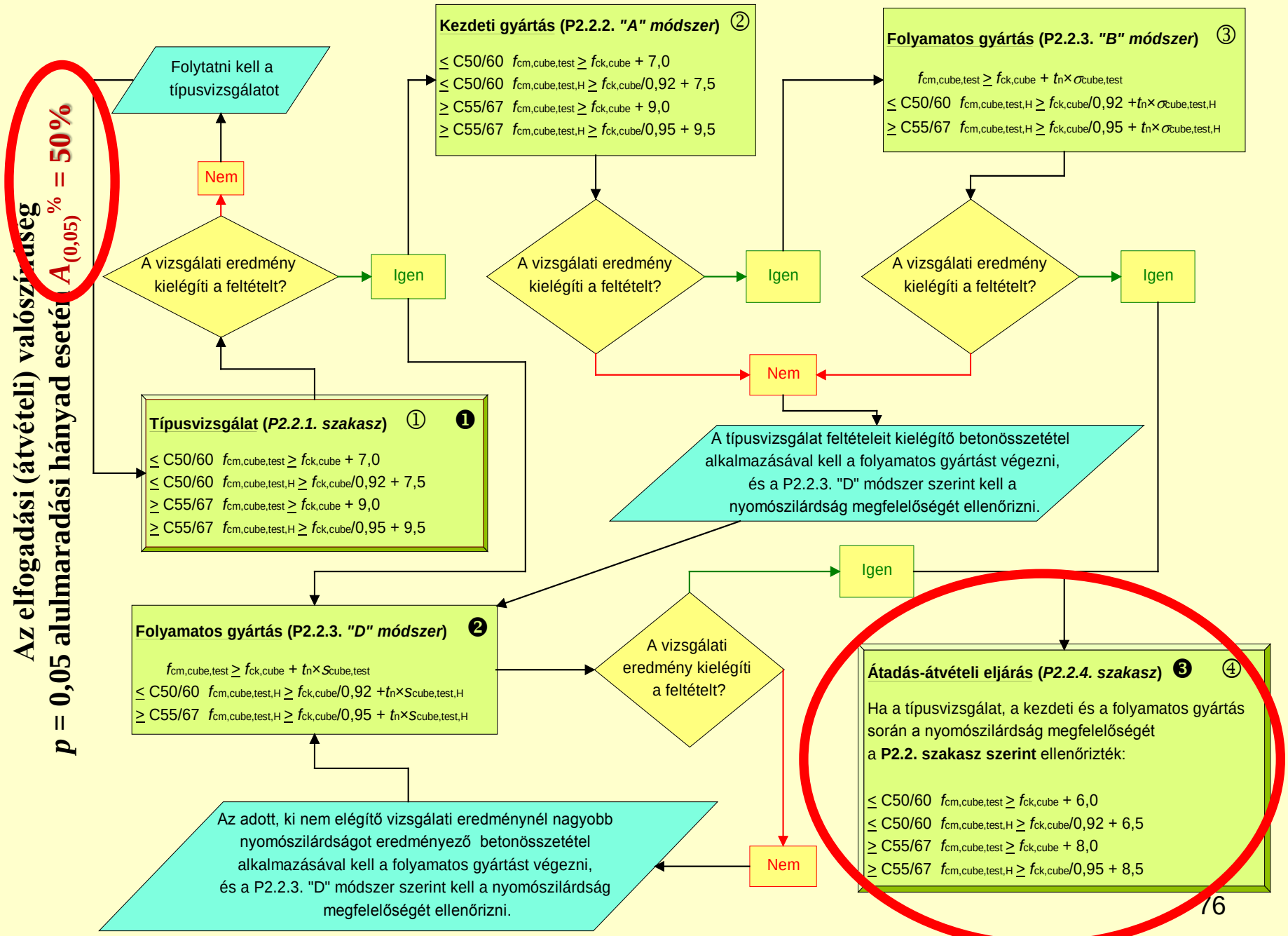
Kausay


Az elfogadási (átvételi) valószínűség
p = 0,05 alulmaradási hányad esetén $A_{(0,05)}$ % = 70%
Folytatni kell a típusvizsgálatot
Nem
A vizsgálati eredmény kielégíti a feltételt?
Igen
Típusvizsgálat (A5. melléklet) ① ❶
≤ C50/60 fcm,cube,test ≥ fck,cube + 6,0
≤ C50/60 fcm,cube,test,H ≥ fck,cube/0,92 + 6,5
≥ C55/67 fcm,cube,test ≥ fck,cube + 8,0
≥ C55/67 fcm,cube,test,H ≥ fck,cube/0,95 + 8,5
Kezdeti gyártás (8.2.1.3. "A" módszer) ②
≤ C50/60 fcm,cube,test ≥ fck,cube + 6,0
≤ C50/60 fcm,cube,test,H ≥ fck,cube/0,92 + 6,5
≥ C55/67 fcm,cube,test ≥ fck,cube + 8,0
≥ C55/67 fcm,cube,test,H ≥ fck,cube/0,95 + 8,5
Folyamatos gyártás (8.2.1.3. "B" módszer) ③
fcm,cube,test ≥ fck,cube + 1,48×σcube,test
≤ C50/60 fcm,cube,test,H ≥ fck,cube/0,92 +1,48×σcube,test,H
≥ C55/67 fcm,cube,test,H ≥ fck,cube/0,95 + 1,48×σcube,test,H
ha n < 15, akkor 1,48 helyett λn írandó
Lásd még:
http://www.betonopus.hu/notesz/nyomoszilardsag-folyamatabra.pdf
Igen
A vizsgálati eredmény kielégíti a feltételt?
Igen
Folya ❷
fcm,cu
≤ C50/60 ,92 +1,48×scube,test,H
≥ C55/67 f ck,cube/0,95 + 1,48×scube,test,H
ha n < 15, ak or 1,48 helyett λn írandó
A vizsgálati eredmény kielégíti a feltételt?
Nem
Az adott, ki nem elégítő vizsgálati eredménynél nagyobb nyomószilárdságot eredményező betonösszetétel alkalmazásával kell a folyamatos gyártást végezni, és a 8.2.1.3. "D" módszer szerint kell a nyomószilárdság megfelelőségét ellenőrizni.
Átadás-átvételi eljárás (O melléklet) ❸ ④
Ha a típusvizsgálat, a kezdeti és a folyamatos gyártás során a nyomószilárdság megfelelőségét az A5. és a 8.2.1.3. szakasz szerint ellenőrizték:
≤ C50/60 fcm,cube,test ≥ fck,cube + 4,0
≤ C50/60 fcm,cube,test,H ≥ fck,cube/0,92 + 4,5
≥ C55/67 fcm,cube,test ≥ fck,cube + 6,0
≥ C55/67 fcm,cube,test,H ≥ fck,cube/0,95 + 6,5

Kausay

Nyomószilárdság értékelési rendje az MSZ 4798:2016 szabvány szerint, ha az elfogadási valószínűség p = 0,05 alulmaradási hányad esetén $A_{(0,05)}{}^{\%} = 50\%$

Nyomószilárdság szerinti megfelelőség értékelése			
a **kezdeti gyártást megelőző** időszakban végzett **típusvizsgálat** eredménye alapján	a **kezdeti gyártás** időszakában végzett **gyártásközi ellenőrzés** eredménye alapján	a **folyamatos gyártás** időszakában végzett **gyártásközi ellenőrzés** eredménye alapján	az **átadás-átvételi** eljárás során **a gyártási időszaktól függetlenül**
A 150 mm élhosszúságú, 28 napos korú próbakockák, illetve ilyenek alkotta minták átlagos nyomószilárdságának ($f_{cm,cube,test}$, $f_{cm,cube,test,H}$) megfelelősége, N/mm²			
Megfelelőségi feltétel a kezdeti gyártás során		**Megfelelőségi feltétel a folyamatos gyártás során**	
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 7,0$	≤ C50/60 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 7,0$	≤ C50/60 és ≥ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + t_n \times \sigma_{cube,test}$	≤ C50/60 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 6,0$
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 7,5$	≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 7,5$	≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + t_n \times \sigma_{cube,test,H}$	≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 6,5$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 9,0$	≥ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 9,0$	≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + t_n \times \sigma_{cube,test,H}$	≥ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 8,0$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 9,5$	≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 9,5$	ahol t_n a *Student*-tényező és $\sigma_{cube,test} \rightarrow s_{cube,test}$ stb.	≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 8,5$


Az elfogadási (átvételi) valószínűség
p = 0,05 alulmaradási hányad esetén $A_{(0,05)}$ % = 50%
Folytatni kell a típusvizsgálatot
Nem
A vizsgálati eredmény kielégíti a feltételt?
Igen
Típusvizsgálat (P2.2.1. szakasz) ① ❶
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 7,0$
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 7,5$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 9,0$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 9,5$
Kezdeti gyártás (P2.2.2. "A" módszer) ②
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 7,0$
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 7,5$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 9,0$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 9,5$
Folyamatos gyártás (P2.2.3. "B" módszer) ③
$f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + t_n \times \sigma_{cube,test}$
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + t_n \times \sigma_{cube,test,H}$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + t_n \times \sigma_{cube,test,H}$
A típusvizsgálat feltételeit kielégítő betonösszetétel alkalmazásával kell a folyamatos gyártást végezni, és a P2.2.3. "D" módszer szerint kell a nyomószilárdság megfelelőségét ellenőrizni.
Folyamatos gyártás (P2.2.3. "D" módszer) ❷
$f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + t_n \times s_{cube,test}$
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + t_n \times s_{cube,test,H}$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + t_n \times s_{cube,test,H}$
A vizsgálati eredmény kielégíti a feltételt?
Igen
Nem
Átadás-átvételi eljárás (P2.2.4. szakasz) ❸ ④
Ha a típusvizsgálat, a kezdeti és a folyamatos gyártás során a nyomószilárdság megfelelőségét a P2.2. szakasz szerint ellenőrizték:
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 6,0$
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 6,5$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 8,0$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 8,5$
Az adott, ki nem elégítő vizsgálati eredménynél nagyobb nyomószilárdságot eredményező betonösszetétel alkalmazásával kell a folyamatos gyártást végezni, és a P2.2.3. "D" módszer szerint kell a nyomószilárdság megfelelőségét ellenőrizni.

Kausay

NYOMÓSZILÁRDSÁG ÉRTÉKELÉSE A TRANSZPORTBETON ÁTADÁS-ÁTVÉTELI ELJÁRÁSA SORÁN, HA AZ ALULMARADÁSI TÁGASSÁG KONSTANS

MSZ 4798:2016 ezeket tartalmazza

Elfogadási valószínűség: 70% **Tárolási mód**

MSZ 4798:2016, O melléklet (alulmaradási tágasság konstans)
(Annak ellenére, hogy az átadás-átvételi eljárás során már ismert a szórás)

≤ C50/60 esetén: $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 4{,}0$ **víz alatt**

≤ C50/60 esetén: $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}92 + 4{,}5$ **(mert 4/0,92 = 4,35)** **vegyesen**

≥ C55/67 esetén: $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 6{,}0$ **víz alatt**

≥ C55/67 esetén: $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}95 + 6{,}5$ **(mert 6/0,95 = 6,32)** **vegyesen**

Elfogadási valószínűség: 50% **Tárolási mód**

MSZ 4798:2016, P melléklet (alulmaradási tágasság konstans)
(Annak ellenére, hogy az átadás-átvételi eljárás során már ismert a szórás)

≤ C50/60 esetén: $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 6{,}0$ **víz alatt**

≤ C50/60 esetén: $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}92 + 6{,}5$ **(mert 6/0,92 = 6,52)** **vegyesen**

≥ C55/67 esetén: $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 8{,}0$ **víz alatt**

≥ C55/67 esetén: $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}95 + 8{,}5$ **(mert 8/0,95 = 8,42)** **vegyesen**

NYOMÓSZILÁRDSÁG ÉRTÉKELÉSE A TRANSZPORTBETON ÁTADÁS-ÁTVÉTELI ELJÁRÁSA SORÁN, HA AZ ALULMARADÁSI TÁGASSÁG A MINTÁK SZÁMÁNAK ÉS A SZÓRÁSNAK FÜGGVÉNYE

ezek helyett

Az alábbi összefüggésekben $n = 3$, $\lambda_3 = 2{,}67$, $t_3 = 2{,}92$
s_{min} = rendre: 3,0; 3,3; 5,0; 5,3 N/mm^2

Elfogadási valószínűség: 70% — **Tárolási mód**

MSZ 4798:2016 szabvány szerint az átadás-átvételi eljárás során nem alkalmazott összefüggések, amelyeket a folyamatos gyártás során alkalmaznak

≤ C50/60 esetén:	$f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + \lambda_3 \times s_{min} = f_{ck,cube} + 8{,}0$	**víz alatt**
≤ C50/60 esetén:	$f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}92 + \lambda_3 \times s_{min} = f_{ck,cube}/0{,}92 + 8{,}8$	**vegyesen**
≥ C55/67 esetén:	$f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + \lambda_3 \times s_{min} = f_{ck,cube} + 13{,}3$	**víz alatt**
≥ C55/67 esetén:	$f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}95 + \lambda_3 \times s_{min} = f_{ck,cube}/0{,}95 + 14{,}2$	**vegyesen**

Elfogadási valószínűség: 50% — **Tárolási mód**

MSZ 4798:2016 szabvány szerint az átadás-átvételi eljárás során nem alkalmazott összefüggések, amelyeket a folyamatos gyártás során alkalmaznak

≤ C50/60 esetén:	$f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + t_3 \times s_{min} = f_{ck,cube} + 8{,}8$	**víz alatt**
≤ C50/60 esetén:	$f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}92 + t_3 \times s_{min} = f_{ck,cube}/0{,}92 + 9{,}6$	**vegyesen**
≥ C55/67 esetén:	$f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + t_3 \times s_{min} = f_{ck,cube} + 14{,}6$	**víz alatt**
≥ C55/67 esetén:	$f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}95 + t_3 \times s_{min} = f_{ck,cube}/0{,}95 + 15{,}5$	**vegyesen**

NYOMÓSZILÁRDSÁG ÉRTÉKELÉSE A TRANSZPORTBETON ÁTADÁS-ÁTVÉTELI ELJÁRÁSA SORÁN, HA AZ ALULMARADÁSI TÁGASSÁG RÁSNAK FÜGGVÉNYE

ezek helyett

= 3, λ_3 = 2,67, t_3 = 2,92

,0; 5,3 N/mm^2

Tárolási mód

vételi eljárás során

folyamatos gyártás során alkalmaznak

víz alatt

vegyesen

víz alatt

vegyesen

Tárolási mód

vételi eljárás során

folyamatos gyártás során alkalmaznak

víz alatt

vegyesen

víz alatt

vegyesen

NYOMÓSZILÁRDSÁG ÉRTÉKELÉSE A TRANSZPORTBETON ÁTADÁS-ÁTVÉTELI ELJÁRÁSA SORÁN, HA AZ ALULMARADÁSI TÁGASSÁG KONSTANS

MSZ 4798:2016

Elfogadási valószínűség: 70%

MSZ 4798:2016, O melléklet (alulmaradási tágasság konstans)
(Annak ellenére, hogy az átadás-átvételi eljárás során már ismert a szórá

≤ C50/60 esetén: $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 4,0$

≤ C50/60 esetén: $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 4,5$ **(mert 4/0,92 = 4,35)**

≥ C55/67 esetén: $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 6,0$

≥ C55/67 esetén: $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 6,5$ **(mert 6/0,95 = 6,32)**

Elfogadási valószínűség: 50%

MSZ 4798:2016, P melléklet (alulmaradási tágasság konstans)
(Annak ellenére, hogy az átadás-átvételi eljárás során már ismert a szórá

≤ C50/60 esetén: $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 6,0$

≤ C50/60 esetén: $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 6,5$ **(mert 6/0,92 = 6,52)**

≥ C55/67 esetén: $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 8,0$

≥ C55/67 esetén: $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 8,5$ **(mert 8/0,95 = 8,42)**

$f_{ck,cube} + 8,0$

$s_{min} = f_{ck,cube}/0,92 + 8,8$

$f_{ck,cube} + 13,3$

$s_{min} = f_{ck,cube}/0,95 + 14,2$

$f_{ck,cube} + 8,8$

$s_{min} = f_{ck,cube}/0,92 + 9,6$

$f_{ck,cube} + 14,6$

$s_{min} = f_{ck,cube}/0,95 + 15,5$

NYOMÓSZILÁRDSÁG ÉRTÉKELÉSE A TRANSZPORTBETON ÁTADÁS-ÁTVÉTELI ELJÁRÁSA SORÁN, HA AZ ALULMARADÁSI TÁGASSÁG A MINTÁK SZÁMÁNAK ÉS A SZÓRÁSNAK FÜGGVÉNYE

Az alábbi összefüggésekben $n = 3$, $\lambda_3 = 2{,}67$, $t_3 = 2{,}92$

s_{min} = rendre: 3,0; 3,3; 5,0; 5,3 N/mm^2

Elfogadási valószínűség: 50% **Tárolási mód**

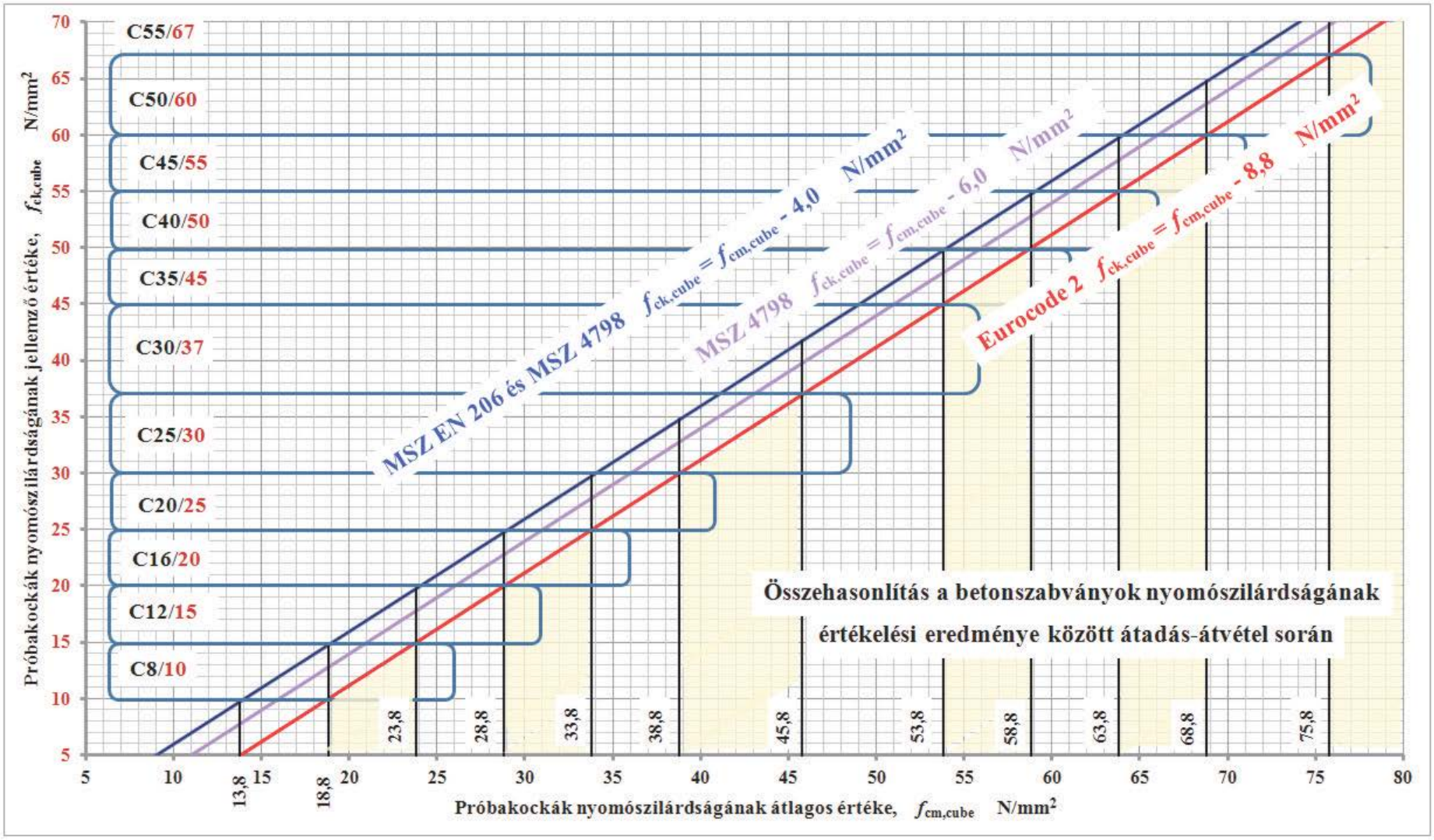
MSZ EN 1992-1-1:2010 Eurocode (alulmaradási tágasság nem konstans),
tehát amikor a szórás már ismert.

≤ C50/60 esetén:	$f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + t_3 \times s_{min} = f_{ck,cube} + 8{,}8$	**víz alatt**
≤ C50/60 esetén:	$f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}92 + t_3 \times s_{min} = f_{ck,cube}/0{,}92 + 9{,}6$	**vegyesen**
≥ C55/67 esetén:	$f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + t_3 \times s_{min} = f_{ck,cube} + 14{,}6$	**víz alatt**
≥ C55/67 esetén:	$f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}95 + t_3 \times s_{min} = f_{ck,cube}/0{,}95 + 15{,}5$	**vegyesen**

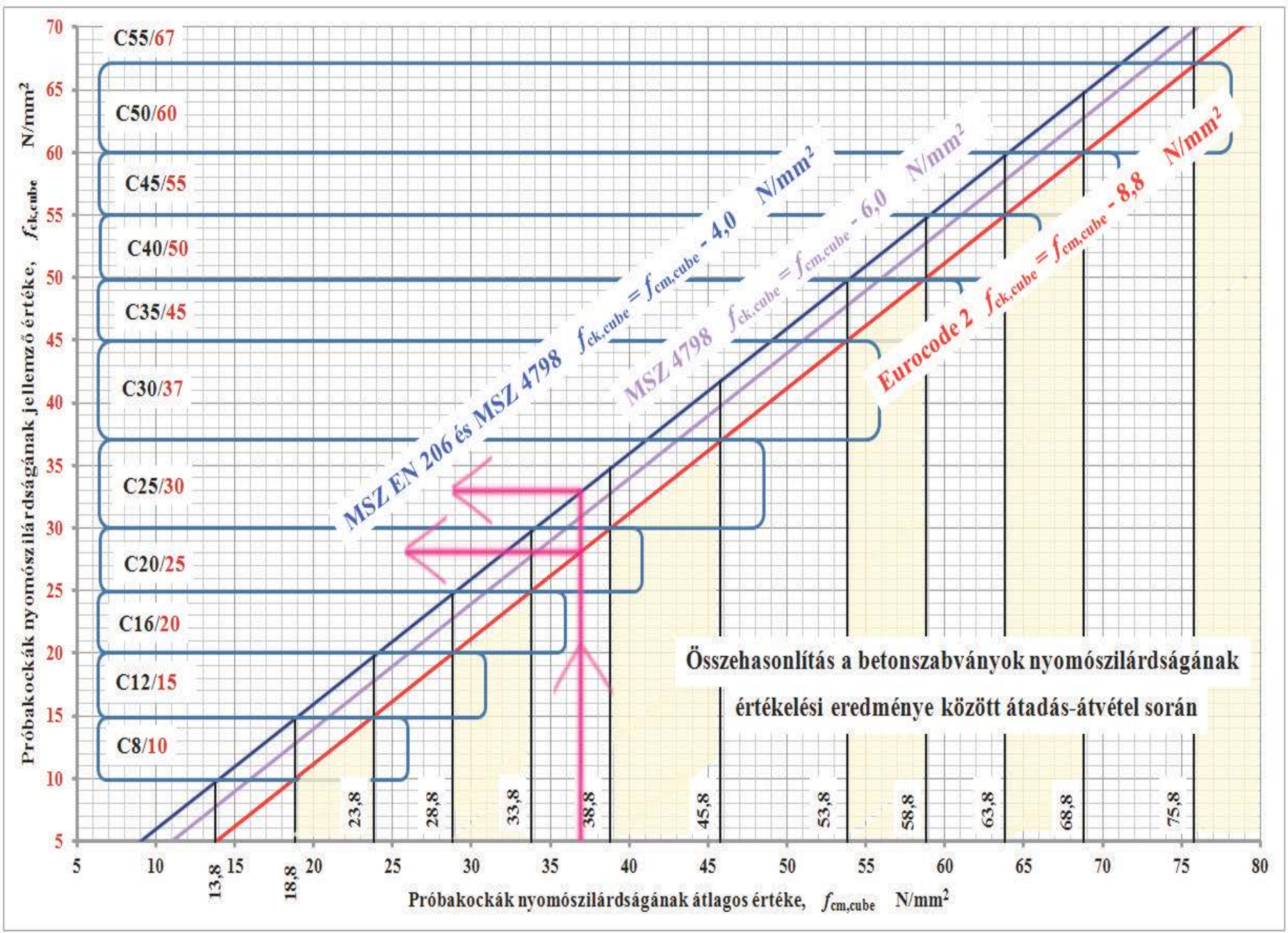
Elfogadási valószínűség: 50% **Tárolási mód**

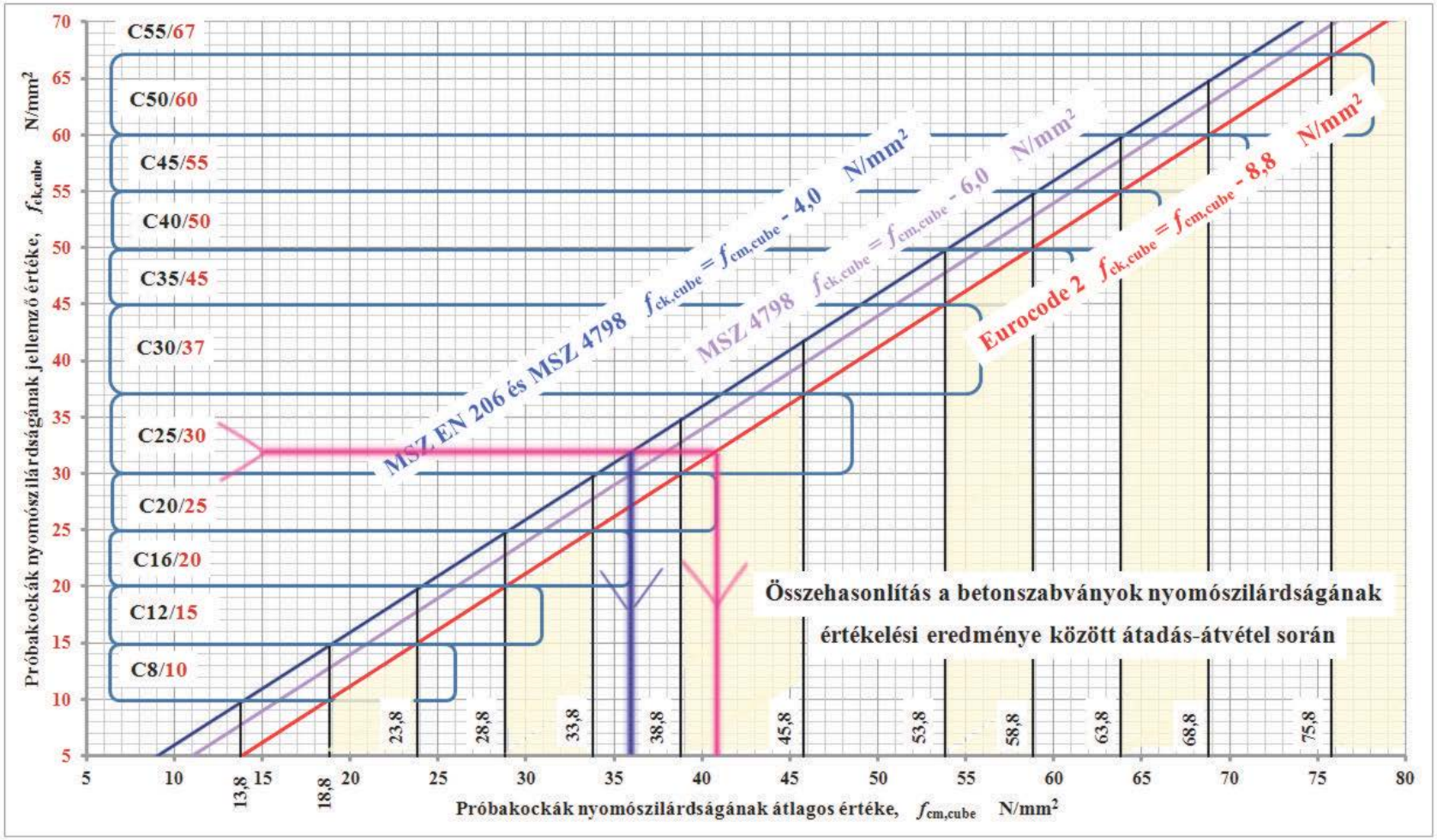
MSZ 4798:2016 szabvány szerint az átadás-átvételi eljárás során nem alkalmazott összefüggések, amelyeket a folyamatos gyártás során alkalmaznak

≤ C50/60 esetén:	$f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + t_3 \times s_{min} = f_{ck,cube} + 8{,}8$	**víz alatt**
≤ C50/60 esetén:	$f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}92 + t_3 \times s_{min} = f_{ck,cube}/0{,}92 + 9{,}6$	**vegyesen**
≥ C55/67 esetén:	$f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + t_3 \times s_{min} = f_{ck,cube} + 14{,}6$	**víz alatt**
≥ C55/67 esetén:	$f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}95 + t_3 \times s_{min} = f_{ck,cube}/0{,}95 + 15{,}5$	**vegyesen**



Megállapítás: A betonszabványok sajnos nem akadályozzák meg, hogy a forgalmazott transzportbeton nyomószilárdsági osztálya nagyobb legyen, mint a beton átlagos nyomószilárdságához tartozó, Eurocode szerinti nyomószilárdsági osztály. Például:


C55/67
C50/60
C45/55
C40/50
C35/45
C30/37
C25/30
C20/25
C16/20
C12/15
C8/10
MSZ EN 206 és MSZ 4798 $f_{ck,cube} = f_{cm,cube} - 4,0$ N/mm²
MSZ 4798 $f_{ck,cube} = f_{cm,cube} - 6,0$ N/mm²
Eurocode 2 $f_{ck,cube} = f_{cm,cube} - 8,8$ N/mm²
Összehasonlítás a betonszabványok nyomószilárdságának értékelési eredménye között átadás-átvétel során
Próbakockák nyomószilárdságának jellemző értéke, $f_{ck,cube}$ N/mm²
Próbakockák nyomószilárdságának átlagos értéke, $f_{cm,cube}$ N/mm²
5 10 13,8 15 18,8 20 23,8 25 28,8 30 33,8 35 38,8 40 45 45,8 50 53,8 55 58,8 60 63,8 65 68,8 70 75,8 75 80



A beton összetételét az átlagos nyomószilárdság alapján tervezik.
Így az EN 206 szerint és az MSZ 4798:2016 szabvány szerint megfelelő betonnak kisebb lehet az átlagos nyomószilárdsága, ezért nagyobb lehet a víz-cement tényezője, kisebb lehet a cementtartalma stb., mint az Eurocode szerint megfelelő betonnak.
Más szóval nem kizárt, hogy az EN 206 és az MSZ 4798:2016 szerint megfelelő beton cementköve az Eurocode szerint megfelelőénél porózusabb, kisebb szilárdságú, azaz gyengébb minőségű.

Kik ennek a szisztémájának kárvallottjai?

Kárvallottak:

- **a tervező statikus mérnökök, mert a szerkezeteik olyan betonból készülhetnek, amelyek szilárdsága és tartóssága kisebb, mint amelyet a méretezési modell feltételez;**
- **a cementgyárak, mert kisebb a cement felhasználás;**
- **a beruházó és a társadalom, mert a meg nem felelő beton átvételének valószínűsége nagyobb, a szerkezet biztonsági tartaléka kisebb, a szerkezet hamarabb felújításra szorul, tehát az olcsón épített szerkezet, amely rövid távon gazdaságnak tűnt, hosszú távon drágává válik.**

És kik a szisztéma haszonélvezői?

Haszonélvezői azok a transzportbetongyárak, amelyek a kisebb átlagszilárdságú, olcsóbb betonjuk révén az árversenyből győztesen kerülnek ki, és ezáltal jutnak megrendeléshez.

4 ZUSAMMENFASSUNG

Der Konformitätsprüfung der Druckfestigkeit von Betonen aus fortlaufender Produktion im Betonwerk nach prEN 206 unterliegt ein deutlich herstellerorientierter Prüfplan. Sie hinterläßt in Lieferlosen für Baustellen mit einer Wahrscheinlichkeit von ca. 20% Minderfestigkeiten von mehr als 5% (5%-Durchschlupfrate). Dagegen zeigt sich der statistische Nachweis der Betondruckfestikeit nach DIN 1084 Teil 3 im Betonwerk als neutraler Prüfplan ($W_{Ann}(0,05) = 0,5$), dessen 5%-Durchschlupfrate nur 10% beträgt.

Ezért mondja a német kutató, hogy az EN 206 betonszabvány egy „gyártóbarát szabvány”.

Forrás: *Hosser, Dietmar – Gensel, Berndt*: Kritische Bewertung der Statistik beim Konformitätsnachweis der Betondruckfestoigkeit nach prEN 206. Schlußbericht. Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz (IBMB) TU Braunschweig. Dezember 1995.

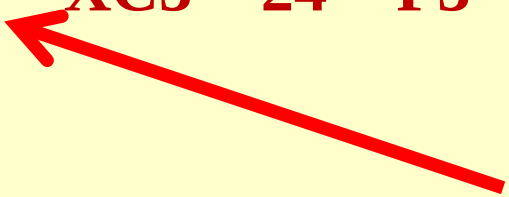
Következtetés:

Legalább a 100 év tervezési élettartamú, ≥ C20/25 nyomószilárdsági osztályú betonok, valamint a tervezési élettartamtól függetlenül a nagyszilárdságú betonok (≥ C55/67) nyomószilárdsági osztályát több, mint ajánlott az 50%-os elfogadási valószínűség szerint (MSZ 4798:2016 szabvány P melléklete) meghatározni.

Példa a beton jelére 50 %-os elfogadási valószínűség esetén

Annak a C40/50 nyomószilárdsági osztályú (szokványos) betonnak a jele, amelyből esőtől védett helyen álló feszített vasbeton gerenda készül (környezeti osztály: XC3), névleges legnagyobb szemnagysága D_{max} = 24 mm, konzisztenciája képlékeny és terülési mértéke 420–480 mm közé esik, konzisztencia osztálya F3, megengedett kloridtartalma a cement tömegszázalékában kifejezve 0,10 tömegszázalék, CEM I 52,5 szilárdsági osztályú portlandcementtel készül, tervezési élettartama 100 év, a következő:

C40/50 – AC_{50} – XC3 – 24 – F3 – Cl 0,10 – CEM I 52,5 – 100 év – MSZ 4798



AC → Acceptante characteristic curve = elfogadási jelleggörbe

A tapasztalati szórásnak ($\sigma_{cube,test;}$ $s_{cube,test,H}$) az alulmaradási tágasságban számításba vehető legkisebb értéke, az elfogadási valószínűségtől függetlenül:

végig víz alatt tárolt próbakockák esetén:

ha a nyomószilárdsági osztály ≤ C50/60, akkor:

$s_{test,min} \sim \sigma_{test} = 3{,}0$ N/mm^2

ha a nyomószilárdsági osztály ≥ C55/67 (nagyszilárdságú beton), akkor

$s_{test,min} \sim \sigma_{test} = 5{,}0$ N/mm^2

vegyesen tárolt próbakockák esetén:

ha a nyomószilárdsági osztály ≤ C50/60, akkor:

$s_{test,min} \sim \sigma_{test} = 3{,}3$ N/mm^2

ha a nyomószilárdsági osztály ≥ C55/67 (nagyszilárdságú beton), akkor

$s_{test,min} \sim \sigma_{test} = 5{,}3$ N/mm^2

Megjegyzés: Az MSZ 4798:2016 szabványban a tárolási módtól függetlenül a Ø150×300 mm méretű próbahengereken és a 150 mm élhosszúságú próbakockákon, illetve ilyenek alkotta mintákon mért nyomószilárdságok számításba vehető legkisebb szórása ($s_{cyl,test,min}$, illetve $s_{cube,test,min}$) között nem teszünk különbséget.

A tapasztalati szórást ($\sigma_{cube,test}$, $s_{cube,test,H}$) a nyomószilárdság vizsgálati eredmények értékeléséhez az MSZ 4798.2016 szabvány szerint a folyamatos gyártás során használjuk.

A folyamatos gyártás során az alulmaradási tágasság a tapasztalati szórásnak is függvénye ($\lambda_n \times \sigma_{cube,test}$, $\lambda_n \times s_{cube,test,H}$, $t_n \times \sigma_{cube,test}$, $t_n \times s_{cube,test,H}$).

A tapasztalati szórásnak nem csak számításba vehető legkisebb értéke, hanem korlátozó szerepe, büntető jellege is van.

Mennél nagyobb a szórás, annál nagyobb az alulmaradási tágasság és annál kisebb a nyomószilárdság jellemző (karakterisztikus) értéke. Ezért a beton gyártásában és alkalmazásában résztvevőknek érdeke kell legyen a szórások alacsony szinten tartása, és törekedniük kell a nyomószilárdság vizsgálati eredmények ismétlési feltételeinek betartására.

Az ismétlési feltétel az a megengedett szórás, illetve hozzá tartozó megengedett terjedelem, amelynél egy laboráns (egyazon személy) által – ugyanabból a betonkeverékből vett mintákon (jelen esetben két mintán), ugyanazzal az eszközzel, rövid időn belül – végzett együtt értékelhető vizsgálati eredmények szórásának, illetve terjedelmének legfeljebb 5 százalékos gyakorisággal szabad nagyobbnak lennie (lásd a visszavont *MSZ 4798-1:2004 szabvány N4. „A mérési eredmények precizitása”* című mellékletét).

Az MSZ EN 206:2014 szabvány 8.2.1.2 szakasz (4) bekezdése szerint, ha a nyomószilárdság vizsgálati eredmények terjedelme nagyobb, mint az átlag 15%-a (EN 206:2013 → „the range of the test values is more than 15 % of the mean”; Vorschlag ÖNORM B 4710-1:2014 → „die Spannweite der Prüfwerte mehr als 15 % des Mittelwertes beträgt”), akkor azokat értékelni nem szabad, hacsak vizsgálat nem deríti ki az egyik egyedi vizsgálati érték elvetését igazoló elfogadható okot.

Ez egy nagyon szigorú előírás! Nincs itt félreértés? Helyes-e az előírást a terjedelemre érteni, nem az eltérésről van szó?

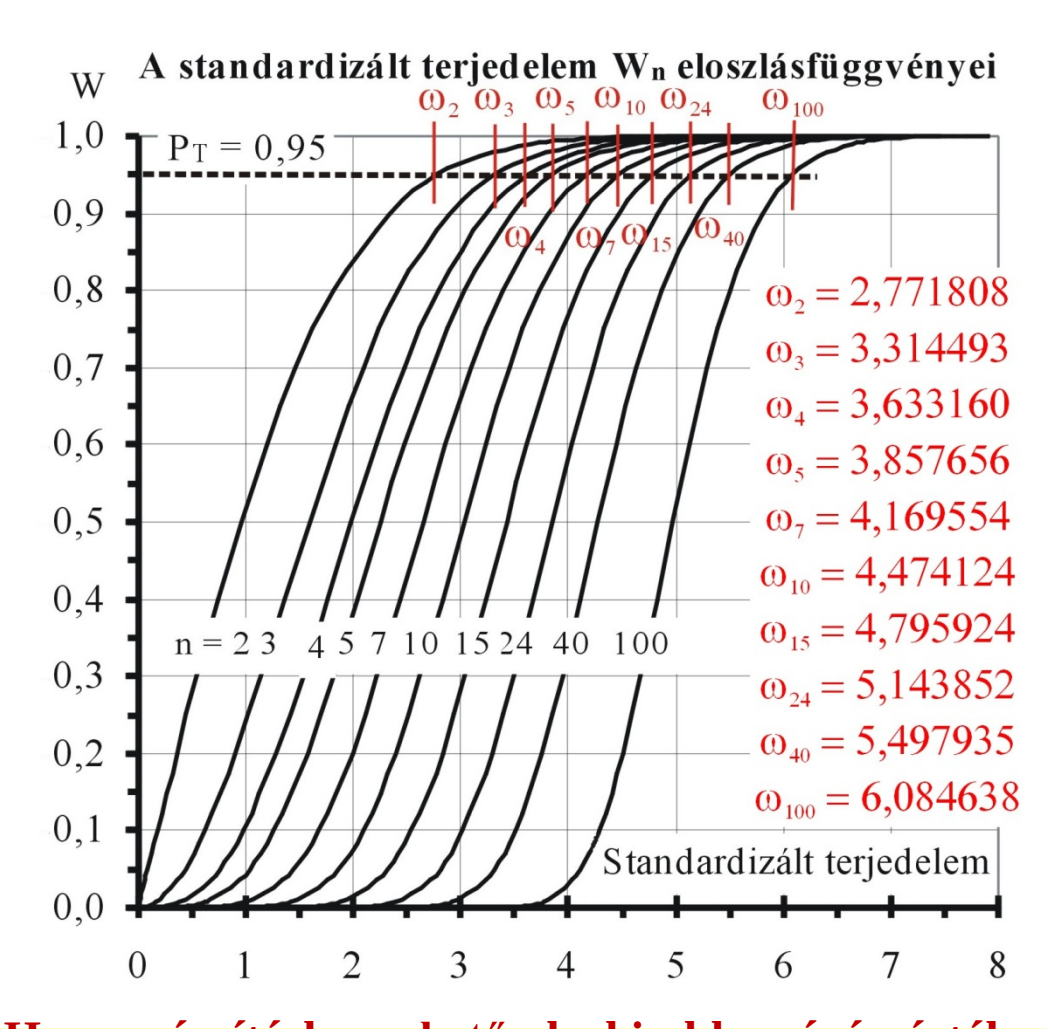
FOGALOM:

Die Spannweite (englisch *range*) ist das einfachste Streuungsmaß (szórásjellemző) in der Statistik, und berechnet sich als Distanz zwischen dem größten und dem kleinsten Messwert:

$$R = x_{max} - x_{min}$$

Nincs félreértés, a terjedelemről van szó!

Miért mondjuk, hogy nagyon szigorú előírás, ha a nyomószilárdság vizsgálati eredmények terjedelme nem lehet nagyobb, mint az átlag 15%-a?



Kimutatták, hogy a *T* terjedelem és az *s* szórás hányadosaként képzett $\omega = T/s$ standardizált (elméleti) terjedelem várható értéke és szórása csupán a mérések *n* számától függő érték. Így például $n = 2$ esetén $P_T = 0{,}95$ a valószínűsége annak, hogy a tapasztalati terjedelem a $T_2 = \omega_2 \times s = 2{,}77 \times s$ elméleti, megengedett értéknél kisebb értéket vesz fel. Ugyanennyi a valószínűsége annak, hogy $n = 3$ esetén a tapasztalati terjedelem kisebb, mint $T_3 = \omega_3 \times s = 3{,}31 \times s$ (MSZ 4798-1:2004).

Ha a számításba vehető legkisebb szórás értéke például $s_{min} = 3$ N/mm², akkor ehhez például $n = 3$ minta estén $T_3 = 9{,}93$ N/mm² terjedelem tartozik, ez pedig 66,2 N/mm² átlag értéknek a 15%-a, betonjaink pedig ritkán érik el a C50/60 nyomószilárdsági osztályt.

Hazai méretezési előírásaink (MSZ 15022-1:1971) feltételezték, hogy a relatív szórás (variációs tényező) értéke s_{rel} = 15 %, tehát $s = 0{,}15 \times R_{átlag}$.

Ha az $s = 0{,}15 \times R_{átlag}$ összefüggés és az előző diaképen n = 3 minta esetére bemutatott $s = T_3/3{,}31$ összefüggés bal oldalát egyenlővé tesszük, akkor a $0{,}15 \times R_{átlag} = T_3/3{,}31$ összefüggésre, majd ebből a $T_3 = 3{,}31 \times 0{,}15 \times R_{átlag} = 0{,}5 \times R_{átlag}$ összefüggésre jutunk.

Ezért mondjuk, hogy nagyon szigorú előírás, ha a nyomószilárdság vizsgálati eredmények terjedelme nem lehet nagyobb, mint az átlag 15%-a; ez a határérték szélső esetben akár 50% is lehetne.

Az MSZ 4798:2016 szabvány ezért az MSZ EN 206:2014 szabvány ezen intézkedése alól, – amely szerint, ha a nyomószilárdság vizsgálati eredmények terjedelme nagyobb, mint az átlag 15%-a, akkor azokat értékelni nem szabad – bizonyos felmentést ad, és ennek vonatkozásában az alulmaradási tágasság jellegétől függően különbséget tesz.

Az MSZ 4798:2016 szabvány szerint, ha jellemző (karakterisztikus) értéket

- **① a tapasztalati szórásnak is függvényét képező alulmaradási tágassággal ($\lambda_n \times \sigma_{cube,test}$, $\lambda_n \times s_{cube,test,H}$, $t_n \times \sigma_{cube,test}$, $t_n \times s_{cube,test,H}$) számítják ki, akkor a tapasztalati szórás büntető jellegére tekintettel az MSZ EN 206:2014 szabvány fenti 15%-os korlátozó intézkedését figyelmen kívül kell hagyni;**
- **② konstans értékű alulmaradási tágassággal számítják ki, akkor az MSZ EN 206:2014 szabvány fenti 15%-os korlátozó intézkedését ugyan figyelembe kell venni, de a nyomószilárdság vizsgálati eredményeket, ha terjedelmük nagyobb, mint az átlag 15%-a, nem kell feltétlenül elvetni, azaz bizonyos feltételek mellett az ilyen tétel nyomószilárdsága is értékelhető.**

Ennek a ② esetbeli értékelésnek a feltételei a következők:

Lásd a következő diát

A típusvizsgálat, a kezdeti gyártás és az átadás-átvételi eljárás során a nyomószilárdság vizsgálati eredmények értékeléséhez az MSZ 4798:2016 szabványban alkalmazott összefüggésekben az alulmaradási tágasság a tapasztalati szórásnak nem függvénye, hanem a szórástól független konstans érték, a nagy szórásnak nincs büntető jellege, bármekkora nagy is a szórás, az alulmaradási tágasság konstans volta miatt hatása a nyomószilárdság jellemző (karakterisztikus) értékében nem mutatkozik.

Ezért, ha az alulmaradási tágasság konstans, akkor az egyes próbatestek vagy minták nyomószilárdság vizsgálati eredményeinek terjedelme ne legyen nagyobb, mint a vizsgálati eredmények átlagának 15%-a.

Az MSZ 4798:2016 szabvány szerint, ha a nyomószilárdság értékek terjedelme az átlag 15%-ánál nagyobb, akkor szabad az átlagot és a terjedelmet a legnagyobb nyomószilárdság vizsgálati eredmény elhagyásával újraszámítani, és ezt az újraszámítást mindaddig (akár két próbatest vagy minta vizsgálati értékéig is) folytatni, amíg az újraszámított terjedelem egyenlő vagy kisebb lesz, mint az újraszámított átlag 15%-a.

Ha az alulmaradási tágasság konstans érték,

- akkor a beton nyomószilárdság szerinti megfelelőségének igazolásához az így utolsónak újraszámított átlagot kell használni,

- vagy a beton nyomószilárdság szerinti megfelelőségét az eredeti nyomószilárdság vizsgálati eredmények tapasztalati szórásának függvényét képező alulmaradási tágasság (például $\lambda_n \times s_{test}$ vagy $t_n \times s_{test}$) mellett kell ellenőrizni az MSZ 4798:2016 szabvány 8.2.1.3.2. szakaszának (5) bekezdése alatti vagy P2.2.3. szakasza alatti összefüggések valamelyikével, például:

$$f_{cm,cube,test} \geq (f_{ck,cube} + t_n \times s_{cube,test}) \quad N/mm^2$$

A BETON JELÉBEN FOGLALT KÖVETELMÉNYEK TELJESÍTÉSE

(Az az, hogyan és mint kell egy adott követelményre a beton fajtát kiválasztani, a jelölések mit takarnak.)

DR. KAUSAY TIBOR
BME Építőanyagok és Magasépítés Tanszék

KÖRNYEZETI OSZTÁLY

Magyar Mérnöki Kamara, Tartószerkezeti Tagozat
Budapest, 2016. május 12.

Egyszerű példa a beton jelére

Nyomó-szilárd-sági osztály	Kör-nyezeti osztály	Leg-nagyobb szem-nagyság, mm	Konzisz-tencia	Tervezési élet-tartam	Szabvány száma
C30/37 –	XC3 –	24 –	F3	– 100 év –	MSZ 4798:2016

Az MSZ EN 206:2014 európai betonszabvány eredetileg hat környezeti osztály csoportot tartalmaz, *a magyar MSZ 4798:2016 betonszabvány ezeken kívül még néggyel számol, e négyből kettő új*:

1. **Nincs korróziós kockázat; XN(H), X0b(H), X0v(H)**
2. **Karbonátosodás okozta korrózió; XC1, XC2, XC3, XC4**
3. **Tengervízből származó kloridok hatása; XS1, XS2, XS3**
4. **Nem tengervízből származó kloridok korróziós hatása; XD1, XD2, XD3**
5. **Fagyás/olvadás okozta korrózió; XF1, XF2, XF3, XF4 ⇒ LP-beton**
6. ***Fagyás/olvadás okozta korrózió, amely a légbuborékképző nélkül készített betonra hat; XF2(H), XF3(H), XF4(H)***
7. **Talaj és talajvíz okozta kémiai (pl. szulfátok) okozta korrózió; XA1, XA2, XA3**
8. ***Szennyvizek és egyéb ….. Okozta kémiai korrózió; XA4(H), XA5(H), XA6(H)***
9. ***Koptatóhatás okozta károsodás; XK1(H), XK2(H), XK3(H), XK4(H)***
10. ***Igénybevétel víznyomás hatására; XV1(H) , XV2(H) , XV3(H) (a vízzárósági osztály követelménye az XV1)H) és XV2(H) környezeti osztályban módosult).***

A környezeti osztályokhoz tartozó követelmények közé (a friss és a megszilárdult beton előírt testsűrűsége helyett) bekerült a friss beton előírt levegőtartalma, amely a beton tömörségét jól leírja.

A bedolgozott friss beton tömörségének, testsűrűségének, és ezzel összefüggésben a friss beton levegőtartalmának döntő jelentősége van

- **egyrészt a beton szilárdsága és tartóssága szempontjából.**
  A tervezetthez képest minden 1 % testsűrűség hiány 10 liter/m^3 többletlevegőt, azaz a tervezetthez képest +1 térfogat% levegőzárványt jelent. Minden +1 térfogat% levegőtartalom 4-5 % nyomószilárdság csökkenést okoz, ezért a betömörített betonban akaratunk ellenére bennmaradt (légpórus) vagy betömörített betonba szándékosan bevitt (légbuborék) levegőtartalmat egyaránt korlátozni kell (az MSZ 4798-1:2004 szabvány 5.4.3. szakaszának és az MSZ 4798:2016 szabvány 5.4.5. szakaszának „dűlt betűs", tehát itthon írt része).
- **másrészt a beton fagy- és olvasztósó-állósága szempontjából.**
  Fagy- és olvasztósó-álló betont hatékonyan légbuborékképző adalékszerrel lehet készíteni. A betonba szándékosan bevitt, egyenletes eloszlású, közel gömbalakú légbuborékoknak, az a tartománya *hatékony*, amelyeknek átmérője mintegy 0,01 mm és 0,30 mm közé esik. Ezek a mikro-légbuborékok a beton fagykárosodását okozó víztartalom (kritikus víztelítettség) esetén sem telnek meg vízzel, ezért a bennük jéggé fagyó víz a betont nem repeszti.

Holcim

Frisch- und Festbetonprüfungen.

Faustregel

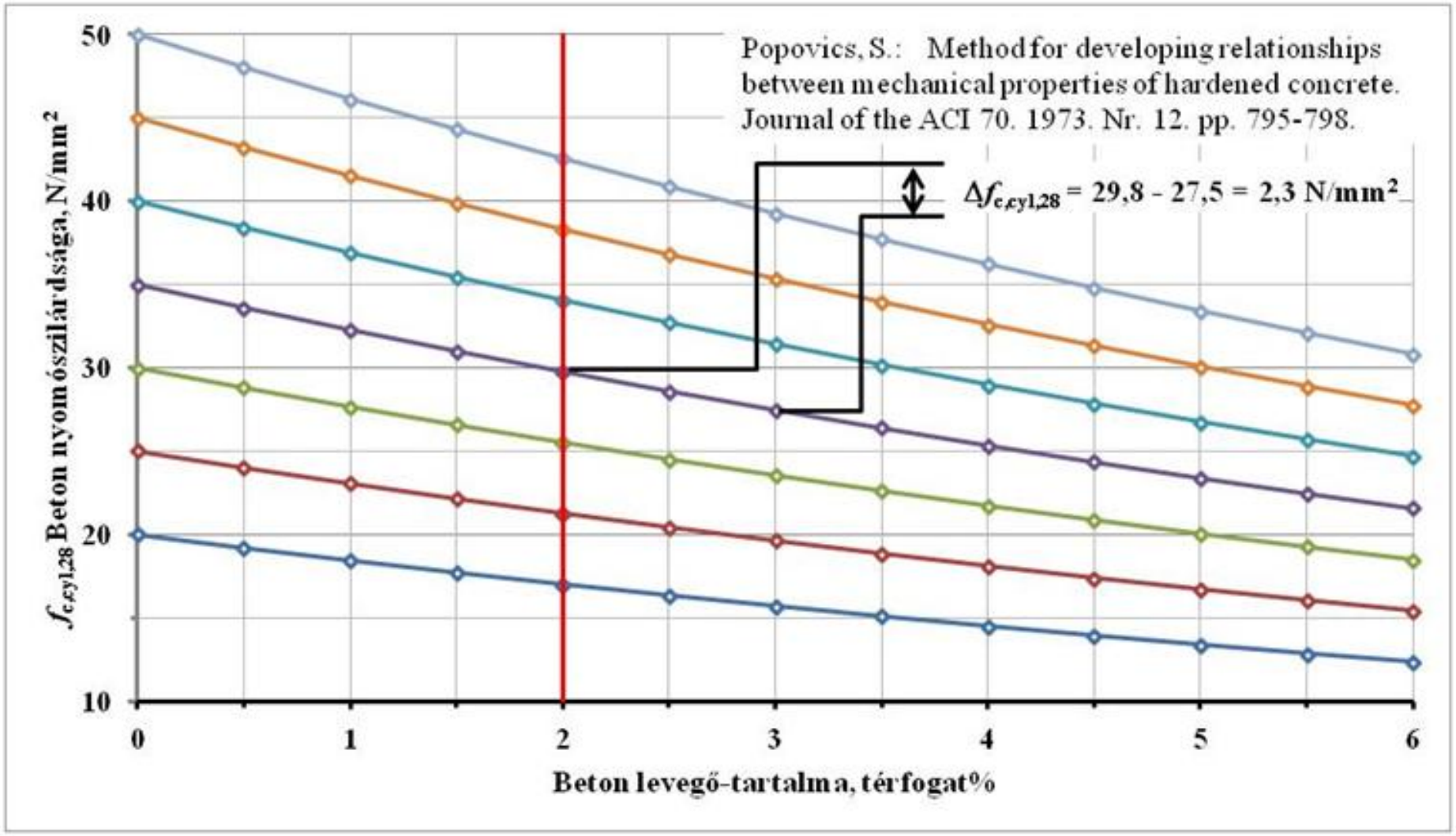
Ein um 1 Volumenprozent höherer Luftgehalt bedeutet:

Druckfestigkeit ≈ – 2 bis – 3 N/mm²

Német vélemény szerint: Gyakorlati tapasztalat, hogy 1,0 térfogat% többlet levegőtartalom 2-3 N/mm² nyomószilárdság csökkenést okoz. Ez a megállapítás bizonyára végig víz alatt tárolt próbahengereken mért nyomószilárdság vizsgálati eredményekre vonatkozik.

Az MSZ 4798-1:2004 és MSZ 4798:2016 szabvány szerinti „+1 térfogat% levegőtartalom 4-5 % nyomószilárdság csökkenést okoz” vélemény szerint az 1,0 térfogat% többlet levegőtartalom 25 N/mm² nyomószilárdság esetén legalább 0,04×25 = 1,0 N/mm² nyomószilárdság csökkenést, 50 N/mm² nyomószilárdság esetén legalább 0,04×50 = 2,0 N/mm² nyomószilárdság csökkenést okoz, tehát a német véleményhez képest a magyar vélemény „normál”, azaz szokványos betonokra mértéktartónak tekinthető.

***Dr. Popovics Sándor* professzor szerint a levegőtartalom hatása a nyomószilárdságra az $f_c = f_{c0} \times 10^{-0,035 \times V\text{levegő}\%}$ összefüggéssel fejezhető ki, ahol f_{c0} a levegő-tartalom nélküli beton nyomószilárdsága, $V_{\text{levegő}}^{\%}$ pedig a beton levegő-tartalma térfogat%-ban.**



A bedolgozott friss beton levegőtartalmát meg lehet határozni számítással:

$$V'_{levegő} = 1000 - r \cdot (betonösszetevők\ tervezett\ térfogata) =$$

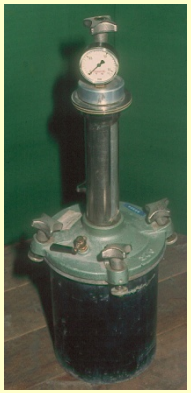
$$= 1000 - r \cdot \left(\frac{M_{cement}}{\rho_{cement}} + \frac{M_{adalékanyag}}{\rho_{adalékanyag}} + \frac{M_{víz}}{\rho_{víz}} \right) =$$

$$= 1000 - r \cdot (1000 - V_{levegő}) =$$

$$= (1 - r) \cdot 1000 + r \cdot V_{levegő} \qquad [liter / m^3]$$

ahol: $r = \dfrac{\rho_{friss\ beton\ tapasztalati}}{\rho_{friss\ beton\ tervezett}}$

vagy meg lehet határozni méréssel (MSZ EN 12350-7:2009):



„A” típusú készülék, amely víznyomással működik, és a nyomás-csökkenést méri

„B” típusú készülék, amely levegőnyomással működik, és térfogat-csökkenést méri

MSZ 4798:2016 szabvány NAD F2. táblázat: A légbuborékképző adalékszer nélkül készített friss beton tervezett levegőtartalmának értéke a nyomószilárdsági osztály és a konzisztencia osztály függvényében

A beton konzisztencia osztálya				
Roskadási osztály	–	S1	S2, S3	S4, S5
Tömörítési osztály	C1	C2	C3	C4
Terülési osztály	F1	F2	F3	F4, F5, F6
A beton nyomószilárdsági osztálya	Friss beton tervezett levegőtartalma, legfeljebb, térfogat%			
C8/10	5,0	4,0	3,0	2,0
C12/15	4,0	3,0	2,0	1,5
C16/20	3,5	2,5	1,5	1,0
C20/25	3,0	2,0	1,0	1,0
C25/30	2,0	1,5	1,0	1,0
C30/37	1,5	1,0	1,0	1,0
C35/45 – C100/115	1,0	1,0	1,0	1,0

MSZ 4798:2016 szabvány NAD F3. táblázat: A légbuborékképző adalékszerrel készített friss beton előírt összes, átlagos levegő-tartalmának (légpórus + légbuborék) értéke az adalékanyag legnagyobb szemnagyságának a függvényében

Környezeti osztály	XF2 és XF3	XF4
Legnagyobb szemnagyság mm	A friss beton összes levegőtartalma (légpórus + légbuborékképző adalékszerrel bevitt légbuborék), térfogat%	
8 és 12	4,0 – 6,0	6,0 – 10,0
16	3,0 – 5,0	4,5 – 8,5
24 és 32	2,5 – 5,0	4,0 – 8,0
63	2,0 – 4,0	3,0 – 7,0
	A kötőanyagpép összes, átlagos levegőtartalma (légpórus + légbuborékképző adalékszerrel bevitt légbuborék), legalább, térfogat%	
	15,0	18,0

1. MEGJEGYZÉS: Az XF4 környezeti osztályú kopásálló betonok esetén a levegőtartalom alsó határértékeke 0,5 térfogat%-kal csökkenthető, de a betonok a fagy- és olvasztósó-állósági követelményeknek feleljenek meg.

Környezeti hatásoknak ellen nem álló, azoknak ki nem tett beton szerkezetek betonja

Alkalmazási terület	Környezeti osztály jele	Beton nyomó-szilárdsági osztálya, legalább	Beton cement-tartalma, legalább, kg/m^3	Beton víz-cement tényezője, legfeljebb
Környezeti hatásoknak (nedvesség, karbonátosodás, kloridhatás, fagyás/olvadás, kémiai korrózió, koptatóhatás vagy víznyomás) ellen nem álló beton Megjegyzés: Vasalatlan beton esetén a karbonátosodás nem káros.	XN(H)	C8/10	165	0,90
	A beton szilárdsági szempontból alárendelt jelentőségű beton Például: Aljzatbeton, beton alapréteg, cement-stabilizáció			
	X0b(H)	C12/15	230	0,75
	Például: Vasalatlan alapbeton, kitöltő és kiegyenlítő beton, üreges födémbéléstest, üreges válaszfallap, üreges zsaluzóelem, kétrétegű járdalap hátbetonja, kétrétegű útburkolóelem hátbetonja, üreges pince-falazóelem, belső főfali üreges főfal-falazóelem, belső főfali tömör főfal-falazóelem			

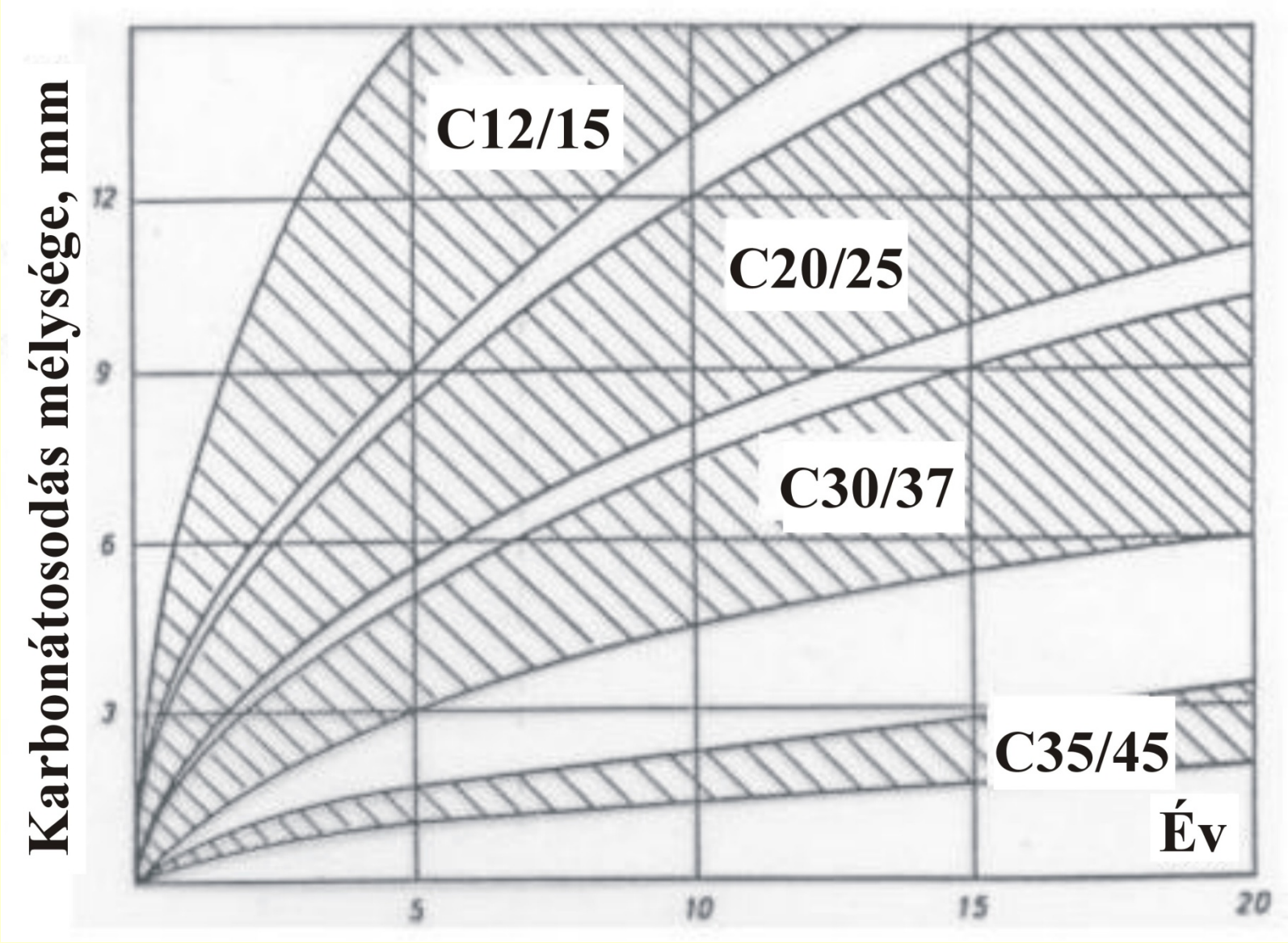
Környezeti hatásoknak ellen nem álló, azoknak ki nem tett vasalt (nem vasbeton) szerkezetek betonja

Alkalmazási terület	Környezeti osztály jele	Beton nyomó-szilárdsági osztálya, legalább	Beton cement-tartalma, legalább, kg/m^3	Beton víz-cement tényezője, legfeljebb
Környezeti hatásoknak ellen nem álló, legfeljebb 35% relatív páratartalmú vagy levegőtől elzárt, száraz helyen lévő gyengén vasalt beton	X0v(H)	C16/20 *	250	0,70
	* Megjegyzés: Az MSZ EN 206:2014 és MSZ 4798:2014 szabvány szerint C20/25 nyomószilárdsági osztályúnál gyengébb betonból vasbetont készíteni nem szabad. Például: Vasalt (nem vasbeton) alapbeton			

Karbonátosodásnak ellenálló beton, vasbeton és feszített vasbeton szerkezetek betonja

Alkalmazási terület	Környezeti osztály jele	Beton nyomó-szilárdsági osztálya, legalább	Beton cement-tartalma, legalább, kg/m^3	Beton víz-cement tényezője, legfeljebb
Száraz vagy tartósan nedves helyen, állandóan víz alatt	XC1	C20/25	260	0,65
	Például: Belső pillér, belső födém			
Nedves, ritkán száraz helyen	XC2	C25/30	280	0,60
	Például: Épületalap, támfalalap, mélyalap, kiegyenlítő lemez			
Mérsékelten nedves helyen, nagy relatív páratartalmú épületben vagy a szabadban, esőtől védett helyen	XC3	C30/37	280	0,55
	Például: Fürdőépület szerkezete			
Váltakozva nedves és száraz, víznek kitett helyen	XC4	C30/37	300	0,50
	Például: Szárnyfal, pincefal, fúrt cölöp, cölöp-fejgerenda			

Forrás: http://www.fh-campuswien.ac.at/bau@home/bausanierung/daten/4_5_3.htm



Karbonátosodás várható mélysége az idő és a beton nyomószilárdsági osztálya függvényében.

Tengervízből származó kloridoknak ellenálló vasbeton és feszített vasbeton szerkezetek betonja

Alkalmazási terület	Környezeti osztály jele	Beton nyomó-szilárdsági osztálya, legalább	Beton cement-tartalma, legalább, kg/m^3	Beton víz-cement tényezője, legfeljebb
Sós levegőnek kitett, de tengervízzel közvetlenül nem érintkező, korrózióálló beton	XS1	C30/37	300	0,50
	Például: Tengerparton vagy annak környezetében lévő szerkezetek			
Állandóan tengervízbe merülő, korrózióálló beton	XS2	C35/45	320	0,45
	Például: Tengervízbe épült szerkezet részei, tengervízzel töltött akvárium			
Árapállyal, felcsapódással vagy permettel érintkező, korrózióálló beton	XS3	C35/45	340	0,45
	Például: Tengervízbe épült szerkezet részei			

Nem tengervízből származó kloridoknak ellenálló vasbeton és feszített vasbeton szerkezetek betonja

Alkalmazási terület	Környezeti osztály jele	Beton nyomó-szilárdsági osztálya, legalább	Beton cement-tartalma, legalább, kg/m^3	Beton víz-cement tényezője, legfeljebb
Mérsékelten nedves helyen, levegőből származó kloridoknak kitett, de jégolvasztó sóknak ki nem tett, korrózióálló beton	XD1	C30/37	300	0,55
	Például: Vegyipari üzemek környezetében, a szabadban lévő szerkezetek			
Nedves, ritkán száraz helyen, vízben lévő kloridoknak kitett, de jégolvasztó sóknak ki nem tett, korrózióálló beton	XD2	C35/45	320	0,50
	Például: Alépítmény, szárnyfal, kloridtartalmú talajvízzel vagy ipari vízzel érintkező építmény, medence, úszómedence			
Váltakozva nedves és száraz helyen, jégolvasztó kloridok permetének kitett korrózióálló beton	XD3	C35/45	320	0,45
	Például: Parkolóházak és garázsok burkolata			

Függőleges vagy 5%-nál meredekebb felületű fagyálló beton, vasbeton és feszített vasbeton szerkezetek betonja

Alkalmazási terület	Környezeti osztály jele	Beton nyomó-szilárdsági osztálya, legalább	Beton cement-tartalma, legalább, kg/m^3	Beton víz-cement tényezője, legfeljebb
Vízzel mérsékelten telített felület, amely jégolvasztósó hatásának nincs kitéve	XF1	C30/37	300	0,55
	Például: Légbuborékképző adalékszer nélkül készített betonok, amelyeket fagy és csapadék ér.			
Vízzel mérsékelten telített felület, amely jégolvasztósó hatásának ki van téve	XF2	C25/30	300	0,55
	Például: Légbuborékképző adalékszerrel készített közlekedési és egyéb betonok, amelyeket fagy és sós víz permete ér.			
Vízzel mérsékelten telített felület, amely jégolvasztósó hatásának ki van téve	XF2(H)	C35/45	320	0,50
	Például: Légbuborékképző adalékszer nélkül készített előregyártott elemek, valamint hidak monolit és előregyártott szerkezetei, amelyeket fagy és sós víz permete ér.			

Vízszinteses vagy legfeljebb 5%-os lejtésű felületű fagyálló beton, vasbeton és feszített vasbeton szerkezetek betonja

Alkalmazási terület	Környezeti osztály jele	Beton nyomó-szilárdsági osztálya, legalább	Beton cement-tartalma, legalább, kg/m^3	Beton víz-cement tényezője, legfeljebb
Vízzel nagymértékben telített felület, amely jégolvasztósó hatásának nincs kitéve	XF3	C30/37	320	0,50
	Például: Légbuborékképző adalékszerrel készített betonok, amelyeket fagy és csapadék közvetlenül ér. Olyan, a pályaburkolattól legfeljebb 10 méterre lévő betonok, amelyeket a közlekedési felületről felfröccsenő víz vagy a közlekedési felületről származó víz permete ér.			
Vízzel nagymértékben telített felület, amely jégolvasztósó hatásának nincs kitéve	XF3(H)	C40/50	340	0,45
	Például: Légbuborékképző adalékszer nélkül készített, előregyártott elemek, valamint hidak monolit és előregyártott szerkezetei, amelyeket fagy és csapadék vagy víz közvetlenül ér.			

Vízszinteses vagy legfeljebb 5%-os lejtésű felületű fagyálló beton, vasbeton és feszített vasbeton szerkezetek betonja

Alkalmazási terület	Környezeti osztály jele	Beton nyomó-szilárdsági osztálya, legalább	Beton cement-tartalma, legalább, kg/m^3	Beton víz-cement tényezője, legfeljebb
Vízzel nagymértékben telített felület, amely jégolvasztósó hatásának ki van téve	XF4	C30/37	340	0,45
	Például: Légbuborékképző adalékszerrel készített útburkolatok, valamint egyéb közlekedési és más betonok, továbbá hídpályalemezek és hídszegély-gerendák, amelyeket fagy és csapadék, valamint sós víz közvetlenül ér. Olyan, a pályaburkolattól legfeljebb 10 méterre lévő vízszintes vagy legfeljebb 5%-os lejtésű betonok, amelyeket a közlekedési felületről felfröccsenő sós víz vagy a közlekedési felületről származó sós víz permete ér.			
Vízzel nagymértékben telített felület, amely jégolvasztósó hatásának ki van téve	XF4(H)	C40/50	360	0,40
	Például: Légbuborékképző adalékszer nélkül készített előregyártott elemek, valamint hidak monolit és előregyártott szerkezetei, amelyeket fagy és csapadék, valamint sós víz közvetlenül ér.			

1. táblázat: Környezeti osztályok ***A táblázat fagyállósági osztályai „Tájékoztató példák a környezeti osztályok előfordulására" oszlopának szövege***

↓ **Függőleges** vagy 5%-nál meredekebb betonfelületek		A környezeti hatás leírása: Mérsékelt víztelítettség	
❍ Sózás **nélkül**		✚ Sózással	
✚ Légbuborék**képzővel**	❍ Légbuborék**képző nélkül**	✚ Légbuborék**képzővel**	❍ Légbuborék**képző nélkül**
	XF1	**XF2**	**XF2(H)**
	Függőleges vagy 5%-nál meredekebb* betonfelületek, melyeket csapadék és fagy ér; Olyan, *a közlekedési vagy egyéb felülettől legfeljebb 10 méterre lévő függőleges vagy 5%-nál meredekebb* betonfelületek, amelyeket *a közlekedési vagy egyéb felületről felfröccsenő víz vagy víz permete* ér.	*Légbuborékképző adalékszerrel készített, 5%-nál meredekebb útburkolatok, közlekedési és egyéb felületek, amelyeket fagy és csapadék, valamint **jégolvasztó** anyagok közvetlenül érnek;* Olyan, *a közlekedési vagy egyéb felülettől legfeljebb 10 méterre lévő függőleges vagy 5%-nál meredekebb* betonfelületek, amelyeket *a közlekedési vagy egyéb felületről felfröccsenő **sós víz** vagy sós víz permete* ér.	*Légbuborékképző adalékszer nélkül készített, 5%-nál meredekebb felületű előre gyártott elemek, valamint hidak 5%-nál meredekebb felületű monolit és előre gyártott teherhordó szerkezetei, amelyeket fagy és csapadék, valamint **jégolvasztó** anyagok közvetlenül érnek.*
→ Vízszintes vagy legfeljebb 5%-os lejtésű betonfelületek		A környezeti hatás leírása: Nagymérvű víztelítettség	
❍ Sózás nélkül		✚ Sózással	
✚ Légbuborék**képzővel**	❍ Légbuborék**képző nélkül**	✚ Légbuborék**képzővel**	❍ Légbuborék**képző nélkül**
XF3	**XF3(H)**	**XF4**	**XF4(H)**
Légbuborékképző adalékszerrel készített, vízszintes vagy legfeljebb 5%-os lejtésű betonfelületek, amelyeket fagy és *csapadék* vagy víz *közvetlenül* ér; Olyan, *a közlekedési vagy egyéb felülettől legfeljebb 10 méterre lévő vízszintes vagy legfeljebb 5%-os lejtésű* betonfelületek, amelyeket *a közlekedési vagy egyéb felületről felfröccsenő víz vagy víz permete* ér; *Fagynak kitett szerkezetek édesvíz felcsapódási zónában.*	*Légbuborékképző adalékszer nélkül készített, vízszintes vagy legfeljebb 5%-os lejtésű előre gyártott elemek, valamint hidak vízszintes vagy legfeljebb 5%-os lejtésű monolit és előre gyártott teherhordó szerkezetei, amelyeket fagy és csapadék* vagy víz *közvetlenül ér.*	*Légbuborékképző adalékszerrel készített, vízszintes vagy legfeljebb 5%-os lejtésű útburkolatok, valamint egyéb közlekedési és más felületek, továbbá hídpályalemezek és hídszegélygerendák*, amelyeket *fagy és csapadék, valamint **jégolvasztó*** anyagok *közvetlenül* érnek; Olyan, *a közlekedési vagy egyéb felülettől legfeljebb 10 méterre lévő vízszintes vagy legfeljebb 5%-os lejtésű* betonfelületek, amelyeket *a közlekedési vagy egyéb felületről felfröccsenő **sós víz** vagy sós víz permete* ér; Fagynak kitett tengeri szerkezetek a felcsapódási zónában.	*Légbuborékképző adalékszer nélkül készített, vízszintes vagy legfeljebb 5%-os lejtésű előre gyártott elemek, valamint hidak vízszintes vagy legfeljebb 5%-os lejtésű monolit és előre gyártott teherhordó szerkezetei, amelyeket fagy és csapadék, valamint **jégolvasztó** anyagok közvetlenül érnek.*

Fagy-, illetve fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálata a környezeti osztály függvényében

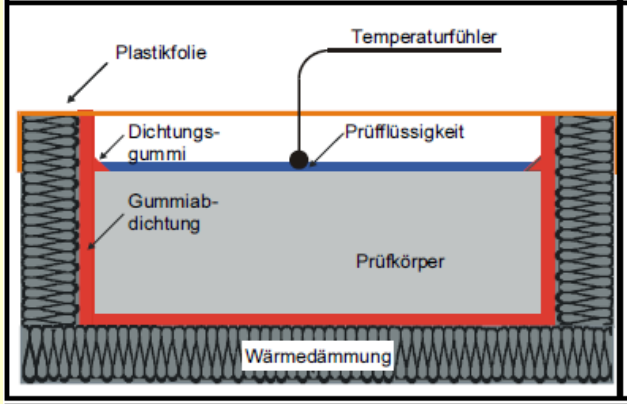
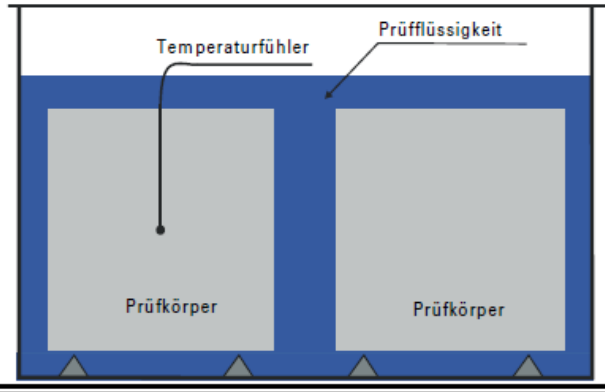
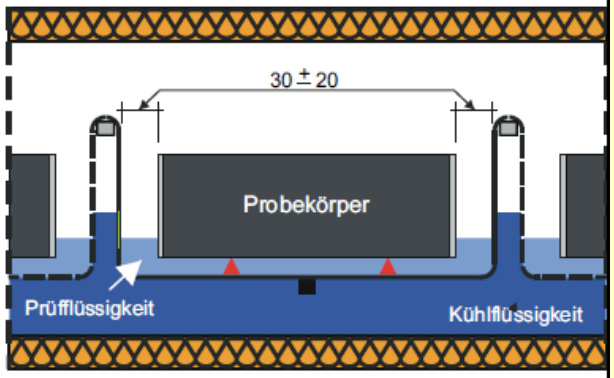
E szabvány szerint	„A” változat Fagyállóság vizsgálat	„B” változat Fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálat
Vizsgálat elvégzése a környezeti osztálytól függően	XF1 A fagyállóság vizsgálata megegyezés esetén elhagyható, ha a beton a környezeti osztály F1. táblázat szerinti feltételeinek megfelel.	–
	XF3 A beton feleljen meg a NAD 7. – NAD 9. táblázat valamelyike szerinti fagyállósági követelménynek. A fagyállóság vizsgálata megegyezés esetén elhagyható, ha a szilárd beton légbuborék szerkezete a NAD 10. táblázat szerinti követelményeknek megfelel.	XF2 A beton feleljen meg a NAD 7. – NAD 9. táblázat valamelyike szerinti fagy- és olvasztósó-állósági követelménynek. A fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálata megegyezés esetén elhagyható, ha a szilárd beton légbuborék szerkezete a NAD 10. táblázat szerinti követelményeknek megfelel.
	XF3(H) A fagyállóság vizsgálatot el kell végezni, és a beton feleljen meg a NAD 7. – NAD 9. táblázat valamelyike szerinti fagyállósági követelménynek.	XF2(H) A fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálatot el kell végezni, és a beton feleljen meg a NAD 7. – NAD 9. táblázat valamelyike szerinti fagy- és olvasztósó-állósági követelménynek.

Fagy-, illetve fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálata a környezeti osztály függvényében

E szabvány szerint	„A” változat Fagyállóság vizsgálat	„B” változat Fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálat
Vizsgálat elvégzése a környezeti osztálytól függően	—	XF4 A fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálatot és a légbuborék szerkezet vizsgálatot is el kell végezni. A beton feleljen meg a NAD 7. – NAD 9. táblázat valamelyike szerinti fagy- és olvasztósó-állósági követelménynek, a szilárd beton légbuborék szerkezete pedig elégítse ki a NAD 10. táblázat szerinti követelményeket.
	—	XF4(H) A fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálatot el kell végezni. A beton feleljen meg a NAD 7. – NAD 9. táblázat valamelyike szerinti fagy- és olvasztósó-állósági követelménynek. Vízzárósági vizsgálatot is ajánlott végezni. Az MSZ EN 12390-8 szerint meghatározott átlagos vízbehatolás ne legyen több 20 mm-nél.

Peremes hámlasztásos Bemerítéses kockavizsgálat Kapilláris vízfelszívásos fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálat, MSZ CEN/TS 12390-9:2007

Az ábra forrása: DAfStb Heft 560. *E. Siebel* et al. Beuth Verlag GmbH, 2005.

Slab-Test	Würfelverfahren	CIF/CDF-Test
		
4 Platten (150 x 150 x 50) mm³	4 Würfel (100 x 100 x 100) mm³	5 Platten (150 x 150 x 70) mm³ nach [29] 150 x 110 x 70) mm³ nach [147, 149]
gesägt (Würfelmitte)	geschalt	geschalt (Teflonschalung)
1 d Form 6 d unter Wasser bei 20 °C 21 d Klimaraum (20/65)	1 d Form 6 d unter Wasser bei 20 °C 20 d Klimaraum (20/65)	1 d Form 6 d unter Wasser bei 20 °C 21 d Klimaraum (20/65)
3 d mit aufstehender Prüfflüssigkeit	1 d in Prüfflüssigkeit untergetaucht	7 d in Prüfflüssigkeit 5 mm tief eingetaucht

MSZ 4798:2016 szabvány NAD 7. táblázata: A beton fagy-, illetve fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálata peremes hámlasztási felületvizsgálattal

E szabvány szerint	„A” változat, fagyállóság vizsgálat	„B” változat, fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálat
Vizsgálati módszer	MSZ CEN/TS 12390-9 szerinti „Felületvizsgálat”	MSZ CEN/TS 12390-9 szerinti „Felületvizsgálat”
Vizsgálat jellege	Peremes hámlasztás (lehámlás)	Peremes hámlasztás (lehámlás)
Fagyasztóközeg	3 mm mély ionmentes víz	3 mm mély 3 %-os NaCl oldat
Követelmény (Elfogadási határérték)	XF1 esetén: átlag: 1500 g/m^2, egyedi: 2000 g/m^2	XF2 és XF2(H) esetén: átlag: 1500 g/m^2, egyedi: 2000 g/m^2
A legnagyobb tömegveszteség $S_{n,megengedett}$	XF3 és XF3(H) esetén: átlag: 1000 g/m^2, egyedi: 1350 g/m^2	XF4 és XF4(H) esetén: átlag: 1000 g/m^2, egyedi: 1350 g/m^2
MEGJEGYZÉS: Lásd a NAD 6. táblázatot is.		

MSZ 4798:2016 szabvány NAD 8. táblázata: A beton fagy-, illetve fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálata bemerítéses kockavizsgálattal

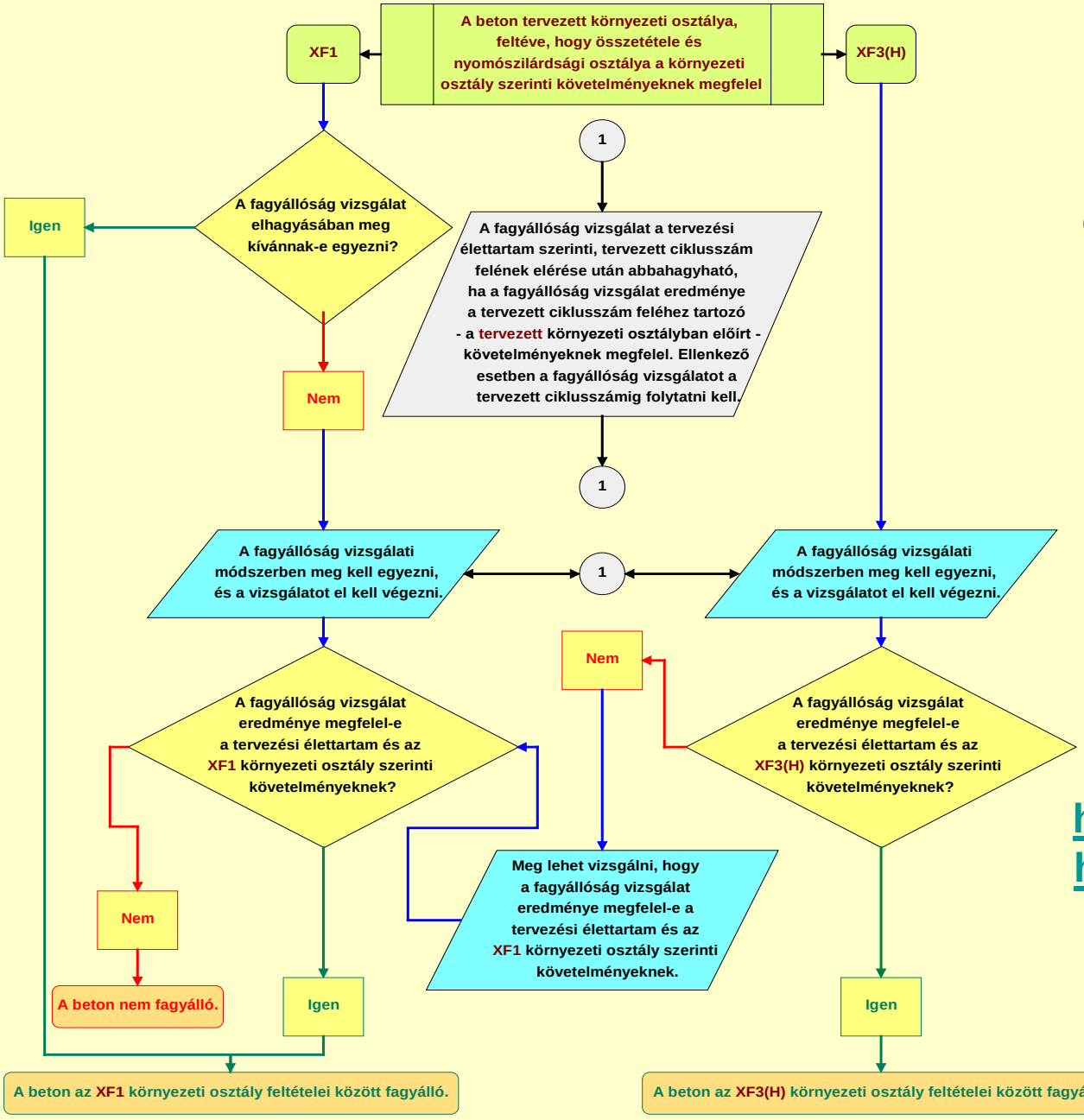
E szabvány szerint	„A” változat, fagyállóság vizsgálat	„B” változat, fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálat
Vizsgálati módszer	MSZ CEN/TS 12390-9 szerinti „Kockavizsgálat”	MSZ CEN/TS 12390-9 szerinti „Kockavizsgálat”
Vizsgálat jellege	Bemerítéses leválás (lehámlás)	Bemerítéses leválás (lehámlás)
Fagyasztóközeg	A próbatestet (25±5) mm-rel ellepő ionmentes víz	A próbatestet (25±5) mm-rel ellepő 3%-os NaCl oldat
Követelmény (Elfogadási határérték) A legnagyobb tömegveszteség $P_{n,megengedett}$	XF1 esetén: átlag: 6,5 tömeg%, egyedi: 7,5 tömeg%	XF2 és XF2(H) esetén: átlag: 6,5 tömeg%, egyedi: 7,5 tömeg%
	XF3 és XF3(H) esetén: átlag: 4,0 tömeg%, egyedi: 5,0 tömeg%	XF4 és XF4(H) esetén: átlag: 4,0 tömeg% egyedi: 5,0 tömeg%
MEGJEGYZÉS: Lásd a NAD 6. táblázatot is.		

MSZ 4798:2016 szabvány *NAD 9. táblázata: A beton fagy-, illetve fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálata kapilláris felszívásos hámlasztással (CF és CDF vizsgálat)*

E szabvány szerint	„A” változat, fagyállóság vizsgálat	„B” változat, fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálat
Vizsgálati módszer	MSZ CEN/TS 12390-9 szerinti „CF” vizsgálat	MSZ CEN/TS 12390-9 szerinti „CDF” vizsgálat
Vizsgálat jellege	Kapilláris felszívásos hámlasztás	Kapilláris felszívásos hámlasztás
Fagyasztóközeg	10 mm mély ionmentes víz	10 mm mély 3%-os NaCl oldat
Követelmény (Elfogadási határérték) A legnagyobb tömegveszteség $S_{n,megengedett}$	XF1 esetén: átlag: 1500 g/m², egyedi: 2000 g/m²	XF2 és XF2(H) esetén: átlag: 1500 g/m², egyedi: 2000 g/m²
	XF3 és XF3(H) esetén: átlag: 1000 g/m², egyedi: 1350 g/m²	XF4 és XF4(H) esetén: átlag: 1000 g/m², egyedi: 1350 g/m²
MEGJEGYZÉS: Lásd a NAD 6. táblázatot is.		

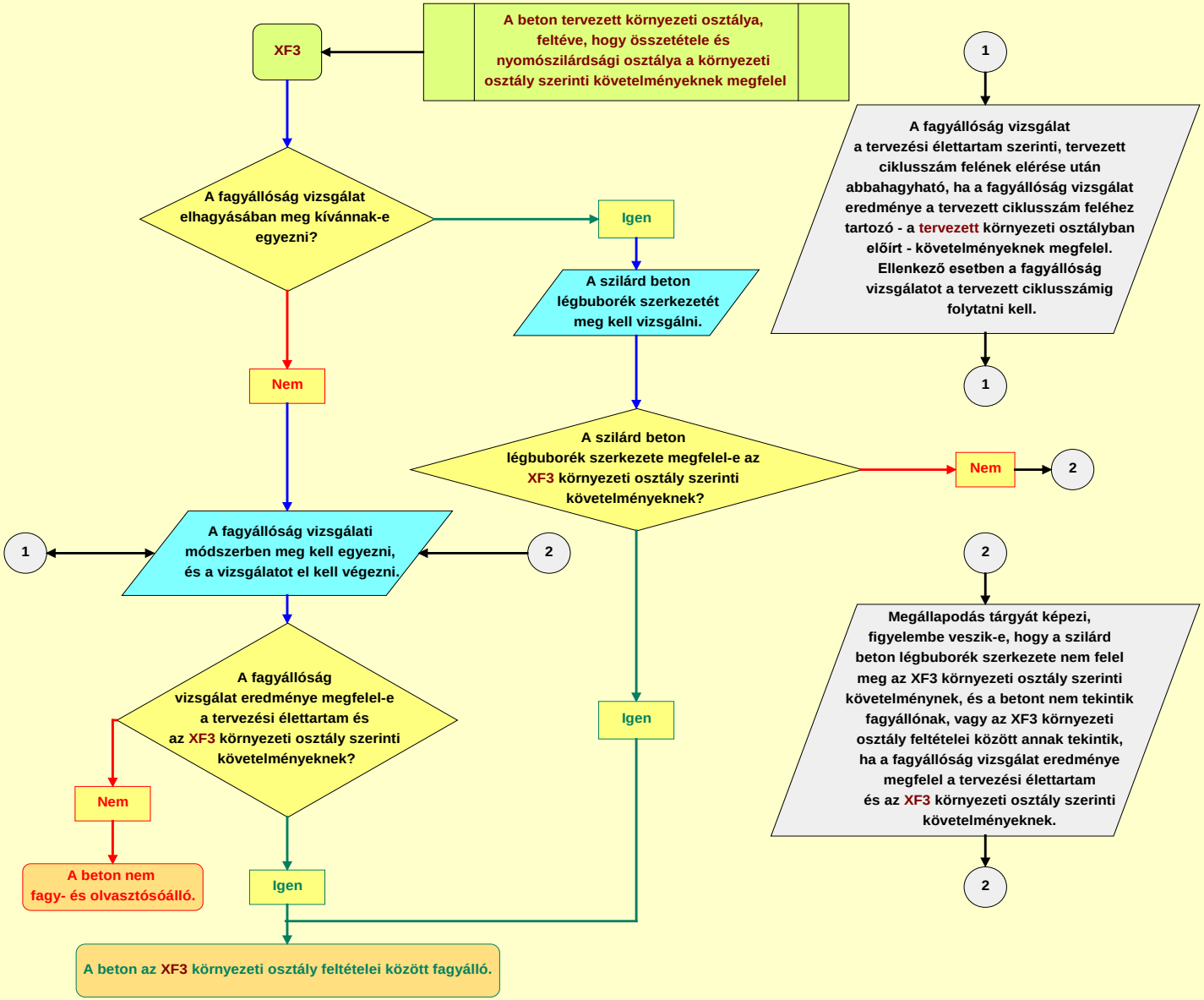
MSZ 4798:2016 szabvány *NAD 10. táblázata: Légbuborékképző adalékszerrel készített szilárd, fagy-, illetve fagy- és olvasztósó-álló beton légbuborék szerkezeti követelménye*

Környezeti osztály	XF2 és XF3	XF4
Távolsági tényező, legfeljebb, mm	0,22	0,18
0,3 mm-nél kisebb névleges átmérőjű (hatékony) légbuborékok mennyisége, legalább, térfogat%	1,2	2,1
Megjegyzés: A szilárd beton légbuborék szerkezetét (a távolsági tényezőt és a 0,3 mm-nél kisebb névleges átmérőjű légbuborékok mennyiségét) az MSZ EN 480-11:2006 szabvány szerint kell meghatározni. A szilárd beton légbuborék szerkezetének az értékeléséhez ismerni kell a beton pontos összetételét is.		

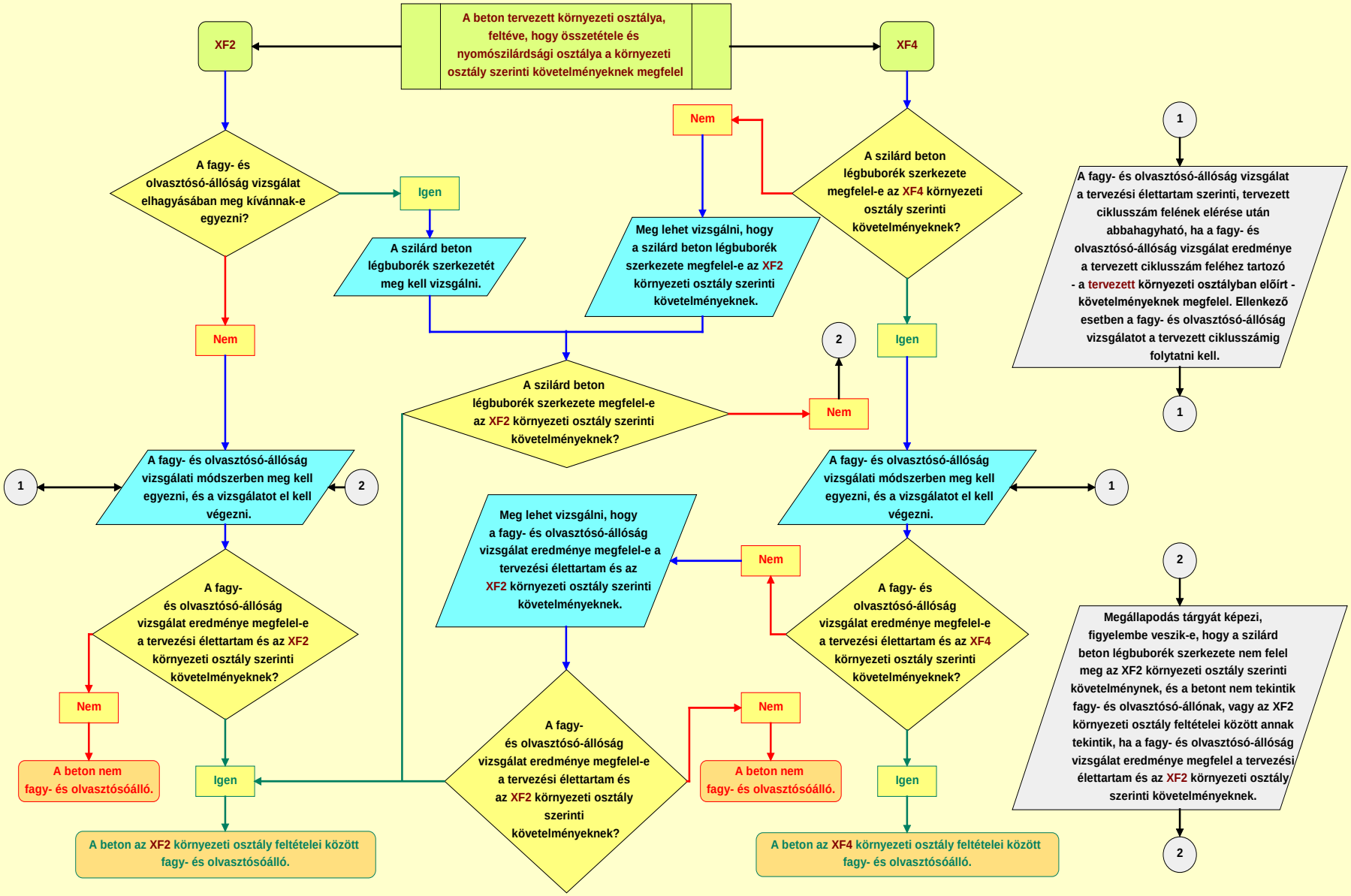


1. ábra:
Légbuborék nélküli, olvasztósó hatásának ki nem tett, ionmentes vízben fagyasztott, XF1 és XF3(H) környezeti osztályú beton fagyállóság vizsgálatának folyamatábrája

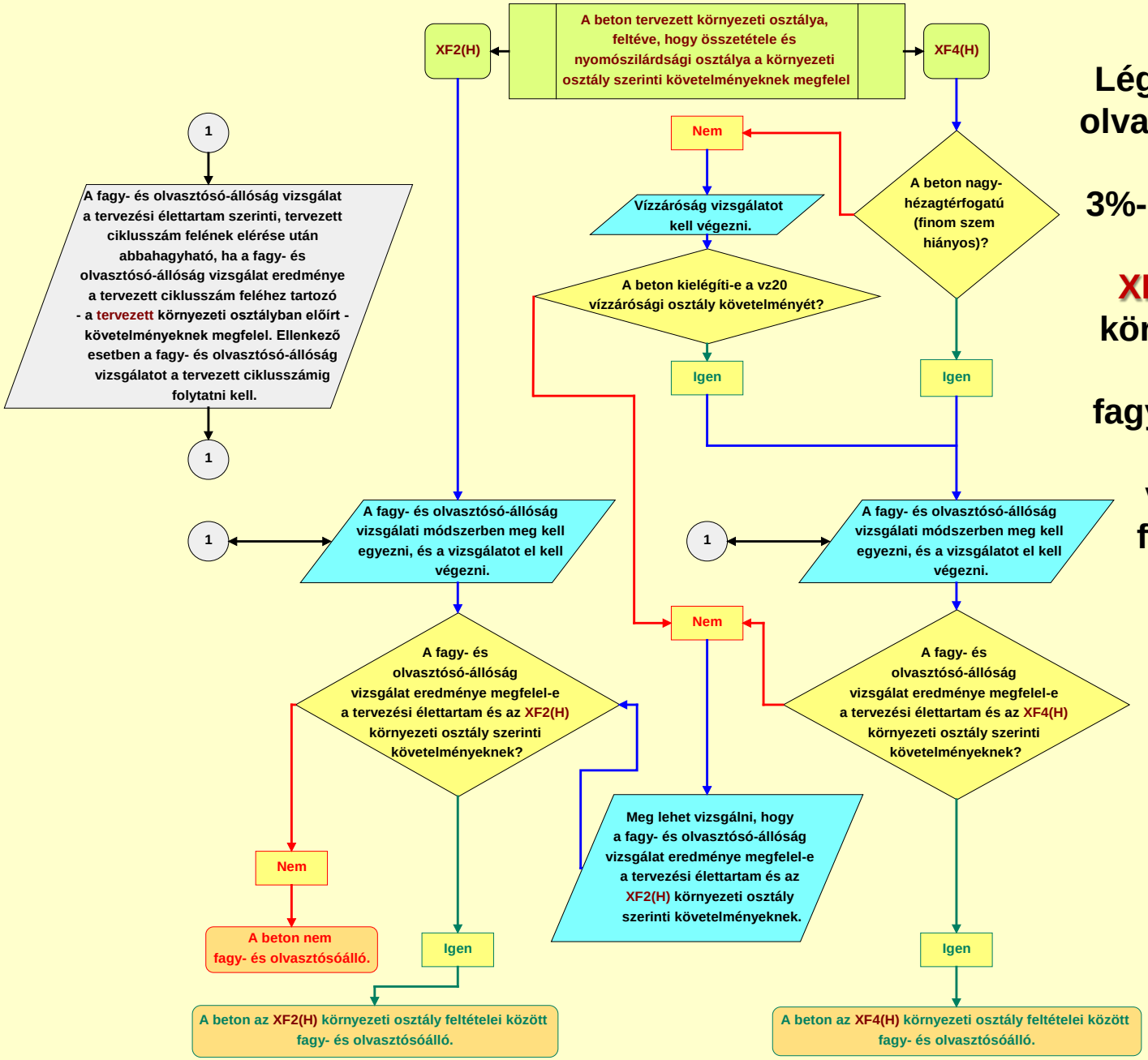
Lásd még:
http://www.betonopus.hu/notesz/fagyallosagi-folyamatabra.pdf



2. ábra: Légbuborékképző adalékszerrel készített, olvasztósó hatásának ki nem tett, ionmentes vízben fagyasztott, XF3 környezeti osztályú beton fagyállóság vizsgálatának folyamatábrája



3. ábra: Légbuborékképző adalékszerrel készített, olvasztósó hatásának kitett, 3%-os NaCl oldatban fagyasztott, XF2 és XF4 környezeti osztályú beton fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálatának folyamatábrája



4. ábra:
Légbuborék nélküli, olvasztósó hatásának kitett, 3%-os NaCl oldatban fagyasztott, XF2(H) és XF4(H) környezeti osztályú beton fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálatának folyamatábrája

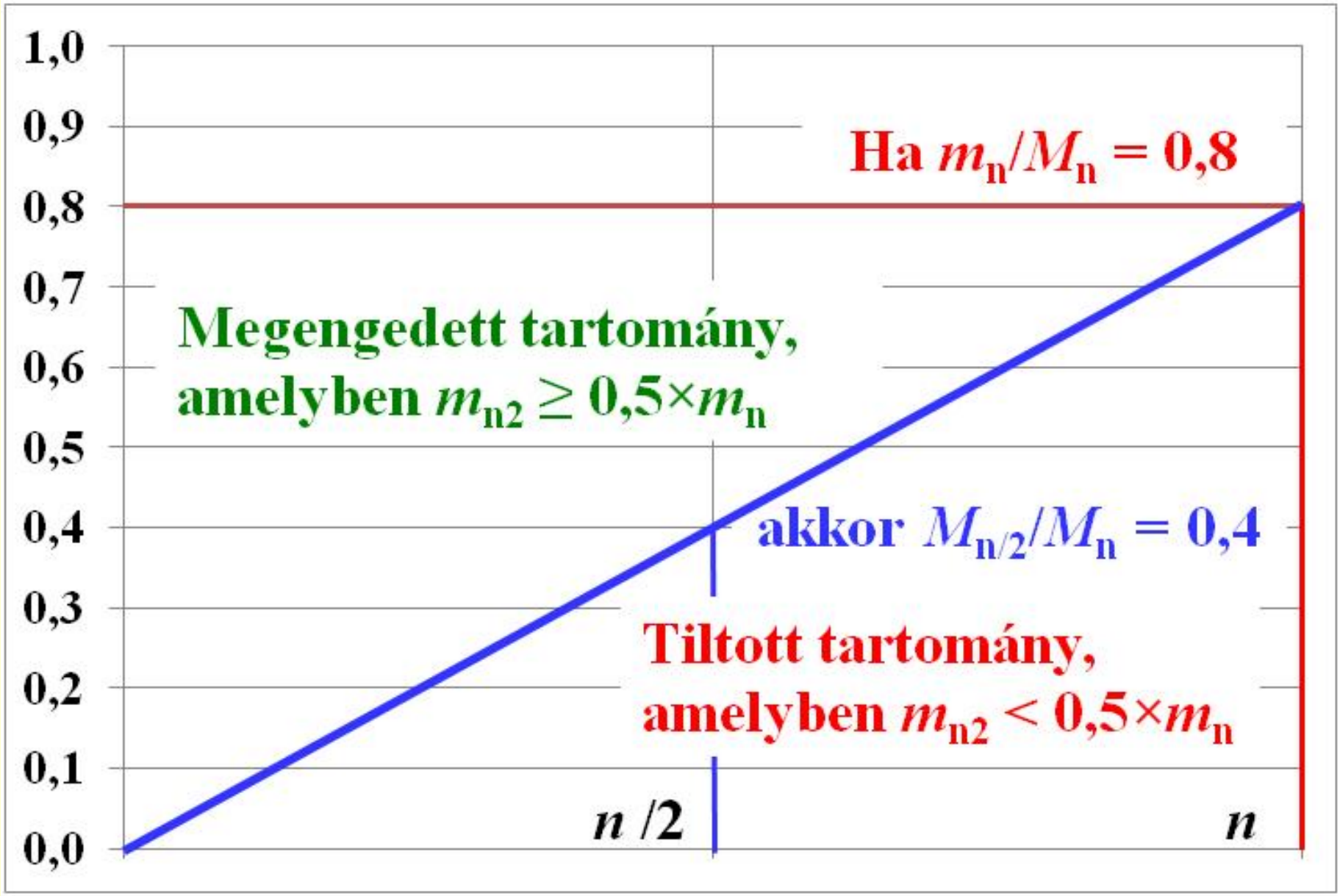
Fagyasztási lassulási feltétel

Ha az előírt *n* ciklusszám utáni összes mért (tapasztalati) fagyasztási veszteség (m_n) eléri az előírt *n* ciklusszám után megengedett M_n fagyasztási veszteség felét vagy annál nagyobb ($m_n \geq M_n/2$), akkor – az előírt *n* ciklusszám feléhez tartozó ciklusszám ($n/2$) után mért $m_{n/2}$ tömegveszteségre nézve követelmény ($M_{n/2}$), hogy – az előírt *n* ciklusszám feléhez tartozó ciklusszám ($n/2$) után mért $m_{n/2}$ tömegveszteség nem lehet kisebb, mint az előírt *n* ciklusszám utáni összes mért (tapasztalati) fagyasztási veszteség (m_n) fele ($0{,}5 \times m_n$)

$$M_{n/2} = 0{,}5 \times m_n \quad \text{és} \quad M_{n/2}/M_n = 0{,}5 \times m_n/M_n$$

$$\text{azaz} \quad m_{n/2} \geq M_{n/2} = 0{,}5 \times m_n$$

Fagyasztási lassulási feltétel



MSZ 4798:2016 szabvány 5.5.5. szakaszának (4) bekezdése szerint:
A fagyasztási-olvasztási ciklusok előírt száma a vizsgálati módszertől függetlenül 50 év tervezési élettartam esetén n = 56, 100 év tervezési élettartam esetén n = 84.

MSZ 4798:2016 szabvány 5.5.5. szakaszának (10) bekezdése szerint: Ha a bemerítéses fagy-, illetve fagy- és olvasztósó-állóság kockavizsgálat után (előírt n ciklusszám után) a próbakockák MSZ EN 12390-1 szerinti alak- és méret-pontossága az MSZ EN 12390-3 szerinti nyomószilárdság vizsgálat elvégzését lehetővé teszi, akkor a próbakockák nyomószilárdság-veszteségét is meg kell állapítani az előírt ciklusszám elérése után. Ekkor a megengedett nyomószilárdság csökkenés a fagyasztott próbakockák keverékéből készített, a fagyasztott próbakockákkal azonos névleges élhosszúságú, nem fagyasztott és vízben tárolt próbakockák nyomószilárdságához képest az XF1 környezeti osztályban legfeljebb 25%, az XF2, XF2(H), XF3 és XF3(H) környezeti osztályban legfeljebb 20%, az XF4 és XF4(H) környezeti osztályban legfeljebb 15% legyen.

Előzetes az XA osztályokhoz: KÉMIAI BETONKORRÓZIÓ

Duzzadásos betonkorróziót **(„szulfátkorrózió”) elsősorban a gipszet vagy más szulfátot tartalmazó vizek, gázok okoznak, amelyek a szilárd betonba hatolva a cementkövet megtámadják, ami új ásványok (kalcium-szulfoaluminát-hidrátok) – mint a *másodlagos ettringit*** **($3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 3CaSO_4 \cdot 32H_2O$) vagy a *taumazit*** **($CaSiO_3 \cdot CaCO_3 \cdot CaSO_4 \cdot 15H_2O$) – képződéséhez vezet.**

Oldódásos betonkorrózióról **beszélünk, ha a szilárd betont kívülről folyamatosan savak, illetve savas vizek (például szénsavas gyógyvizek, ún. savanyúvizek) vagy lágy vizek érik, amelyek pH-értéke kicsi (pH < 6,5). A savak hatására a cementkő és a finomszemű karbonátos adalékanyag egy része kioldódik.**

Oldódásos betonkorróziót okoz például a vízben oldott az agresszív széndioxid (CO^2), ammóniumion (NH^{4+}), magnéziumion (Mg^{2+}).

Kénsav okozta oldódásos betonkorrózió („kénsavkorrózió”) esetén járulékos hatásként duzzadásos betonkorrózió is fellép.

Természetes talaj és talajvíz kémiai korróziójának ellenálló beton, vasbeton és feszített vasbeton szerkezetek betonja

Alkalmazási terület	Környezeti osztály jele	Beton nyomó-szilárdsági osztálya, legalább	Beton cement-tartalma, legalább, kg/m^3	Beton víz-cement tényezője, legfeljebb
Enyhén agresszív talaj vagy talajvíz környezetében lévő, enyhén korrózióálló beton	XA1	C30/37	300	0,55
	Például: Talajjal érintkező szerkezetek, ha a talajvíz SO_4^{2-} tartalma ≥ 200 mg/liter és ≤ 600 mg/liter, vagy a talaj összes SO_3 tartalma ≥ 2000 mg/kg és ≤ 3000 mg/kg			
Mérsékelten agresszív talaj vagy talajvíz környezetében lévő, mérsékelten korrózióálló beton	XA2	C25/30	300	0,55
	Például: Talajjal érintkező szerkezetek, ha a talajvíz SO_4^{2-} tartalma > 600 mg/liter és ≤ 3000 mg/liter, vagy a talaj összes SO_3 tartalma > 3000 mg/kg és ≤ 12000 mg/kg			
Nagymértékben agresszív talaj vagy talajvíz környezetében lévő, fokozottan korrózióálló beton	XA3	C35/45	320	0,50
	Például: Talajjal érintkező szerkezetek, ha a talajvíz SO_4^{2-} tartalma > 3000 mg/liter és ≤ 6000 mg/liter, vagy a talaj összes SO_3 tartalma > 12000 mg/kg és ≤ 24000 mg/kg			

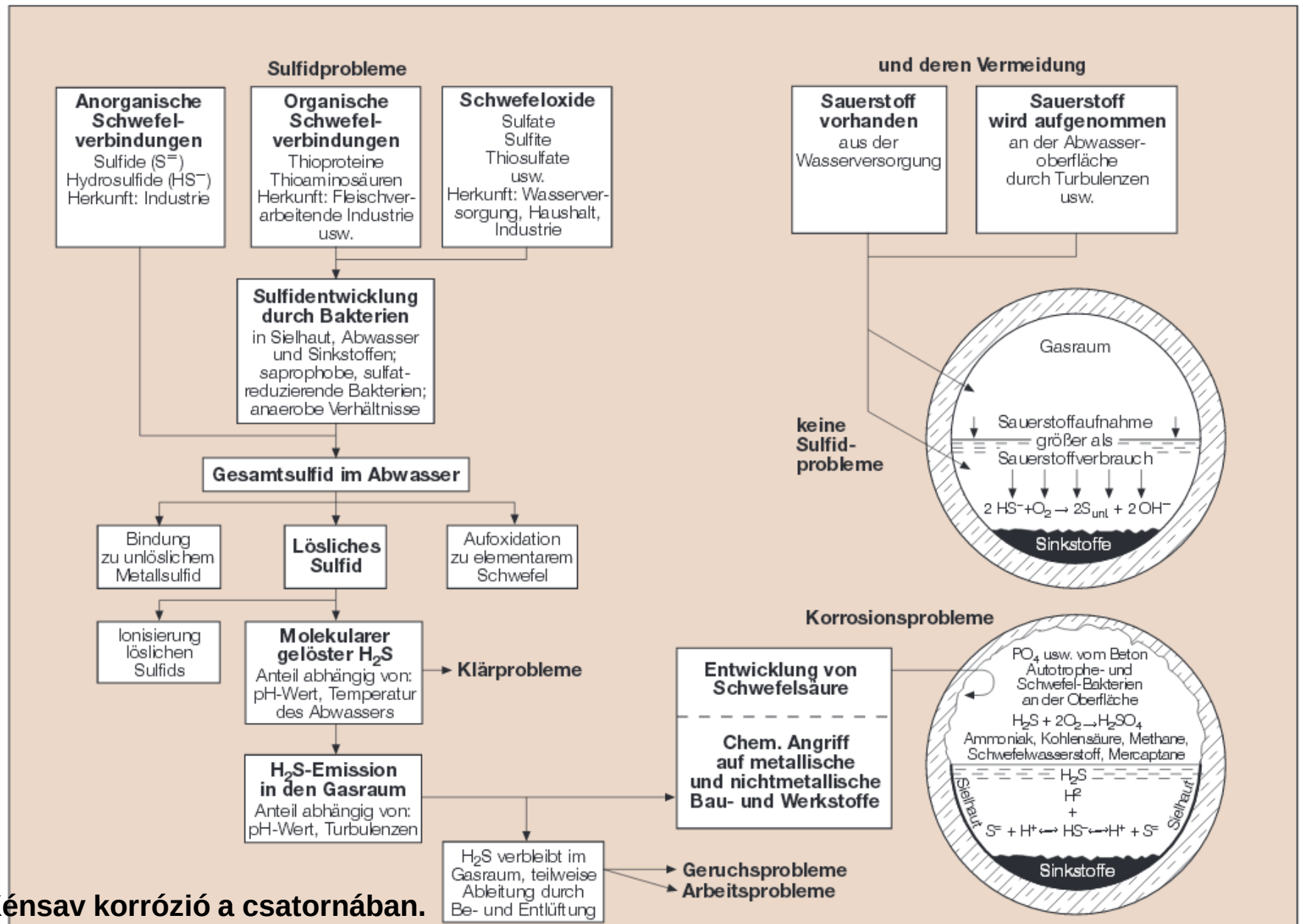
XA1: schwach XA2: mässig XA3: stark

BETONSUISSE

Expositionsklasse XA (CH) – SN EN 206-1, Tab. 2

	Chemisches Merkmal	XA1	XA2	XA3
Grundwasser	SO_4^{2-}	≥ 200 und ≤ 600	> 600 und ≤ 3000	> 3000 und ≤ 6000
	pH-Wert	≤ 6.5 und ≥ 5.5	< 5.5 und ≥ 4.5	< 4.5 und ≥ 4.0
	CO_2 mg/l angreifend	≥ 15 und ≤ 40	> 40 und ≤ 100	> 100 ung
	NH_4^+ mg/l	≥ 15 und ≤ 30	> 30 und ≤ 60	> 60 und ≤ 100
	Mg^{2+} mg/l	≥ 300 und ≤ 1000	> 1000 und ≤ 3000	> 3000 bis zur Sättigung
Boden	SO_4^{2-} mg/kg [a] insgesamt	≥ 2000 und ≤ 3000[c]	> 3000[c] und ≤ 12000	> 12000 und ≤ 24000
	Säuregrad	> 200 Baumann-Gully	in der Praxis nicht anzutreffen	

Gilt nicht für Abwasser !



Kénsav korrózió a csatornában.
Sulfide in Abwasseranlagen. Zement-Merkblatt Tiefbau T3. Forrás: https://www.vdz-online.de/fileadmin/gruppen/vdz/3LiteraturRecherche/Zementmerkblaetter/T3.pdf

Egyéb agresszív vizek és folyadékok kémiai korróziójának ellenálló beton, vasbeton és feszített vasbeton szerkezetek betonja

Alkalmazási terület Magyarázat: KOI_k = Dikromátos kémiai oxigénigény	Környezeti osztály jele	Beton nyomó-szilárdsági osztálya, legalább	Beton tényleges cement-tartalma, legalább, kg/m^3	Beton víz-kötőanyag tényező, legfeljebb
Csapadékvíz, kommunális szennyvíz, illetve ezek gőze vagy permete éri a mérsékelten korrozió- és saválló betont	XA4(H)	C35/45	330	0,45
	Például: Esővíz tároló műtárgyak, kommunális csatornázási elemek, trágyalé tároló medencék. Ha 6,5 > pH ≥ 5,0 és KOI_k: 6 – 70 mg/liter stb.			
Ipari és mezőgazdasági szennyvíz és egyéb agresszív folyadék, illetve ezek gőze vagy permete éri a közepesen korrózió- és saválló betont	XA5(H)	C35/45	330	0,42
	Például: Csatornázási elemek, szennyvíz ülepítő medencék, hulladéklerakók csurgalékvíz tároló medencéi, terménytárolók. Ha 5,0 > pH ≥ 4,0 és KOI_k: 70 – 200 mg/liter stb.			
Nagyon agresszív ipari szennyvíz vagy folyadék, illetve ezek gőze vagy permete éri a fokozottan korrózióálló betont	XA6(H)	C40/50	330	0,38
	Például: Tisztítatlan szennyvizekkel és kemikáliákkal érintkező betonok, hűtőtornyok füstgáz elvezetéssel, állatetető vályúk és mezőgazdasági erjesztő silók. VÉDŐBEVONAT! Ha 4,0 > pH ≥ 3,5 és KOI_k > 200 mg/liter stb.			

Ható közeg	pH-érték	Agresszivitás
Kommunális szennyvíz	6,6 – 10,0	Gyengén agresszív
Ipari szennyvíz	10,0 – 14,0	Agresszivitása a közepestől a nagyon erősig terjed
Esővíz	4,5 -7,0	Agresszivitása a gyengétől a közepesen savasig terjed
Szervetlen savak	3,0 – 4,5	Erősen savas agresszivitás
Szerves savak (például tejsav)	3,0 – 4,5	Erősen savas agresszivitás
Biogén kénsav	< 3,0	Nagyon erős savas agresszivitás

A szennyvizek és a savak agresszivitása a cementhabarcsra a pH-érték függvényében

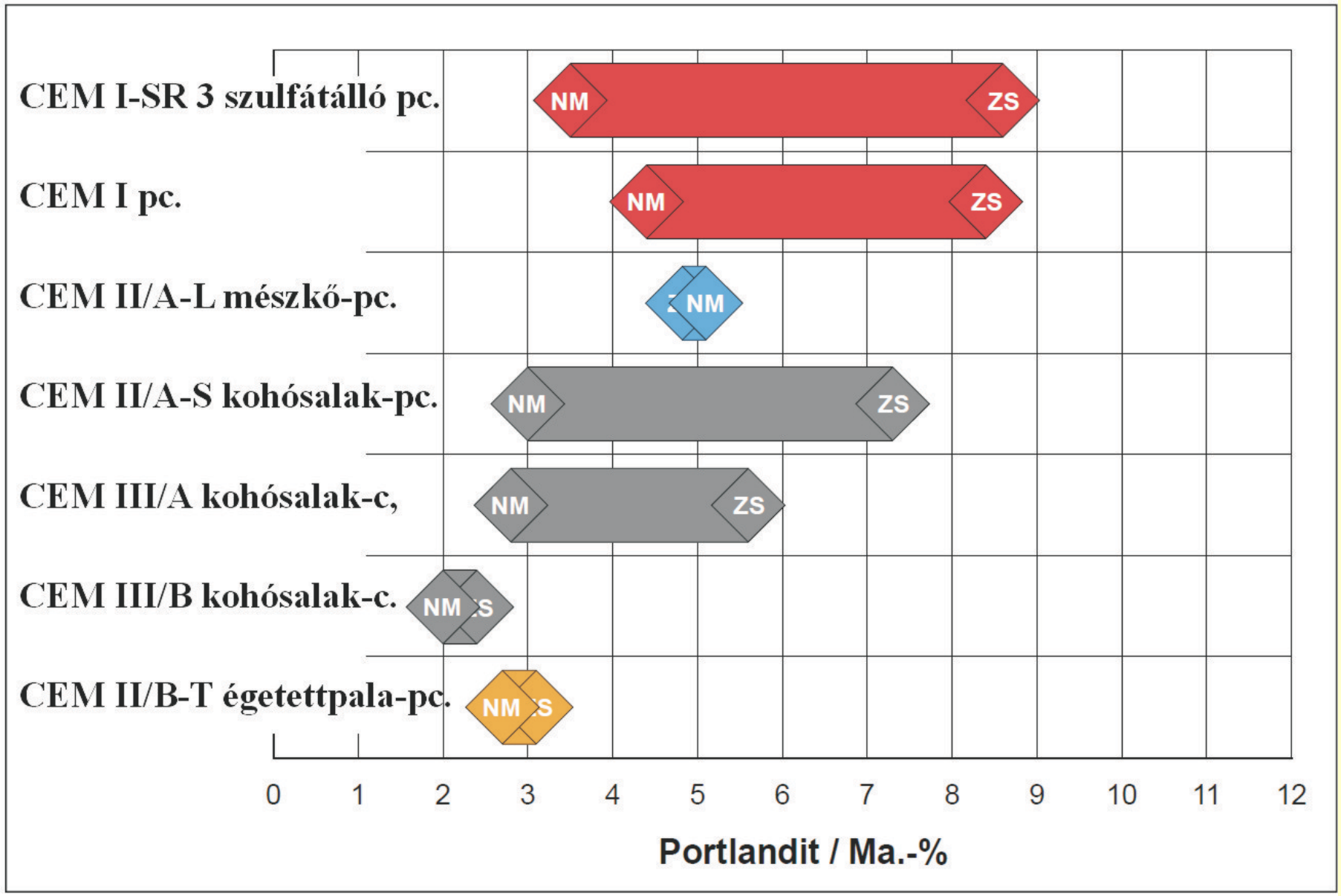
Forrás*: Bosseler, B. – Puhl, R.* : Beschichtigungsverfahren zur Sanierung von Abwasserschächten. IKT-Institut für Unterirdische Infrastruktur. Gelsenkirchen, 2005. http://www.baufachinformation.de/kostenlos.jsp?sid=F4628D6CDFD5501328175E4F1D301F2B&id=2006059017029&link=http%3A%2F%2Fwww.ikt.de%2Fdown.php%3Ff%3D1

A SAVAK ELSŐSORBAN A CEMENTKŐ PORTLANDIT (szabad kalcium-hidroxid, $Ca(OH)_2$) TARTALMÁT TÁMADJÁK MEG.

A szervetlen savak hatására a cementkő kalcium-hidroxid ($Ca(OH)_2$)-tartalma oldható vegyületté alakul, a savgyöknek megfelelően $CaSO_4$, $CaCl_2$ vagy $Ca(NO_3)_2$ keletkezik. A kénsav hatására keletkező gipsz ($CaSO_4$) duzzadásos szulfátkorróziót okoz. A sósav sói közül az ammónium-klorid (NH_4Cl), alumínium-klorid ($AlCl_3$), magnézium-klorid ($MgCl_2$) káros. A salétromsav hatása erősebb, mint a kénsav hatása, sói közül az ammónium-nitrát (NH_4NO_3) a legkedvezőtlenebb a betonra (*Biczók* 1956, 1960).

A szerves savak a cementkő kalcium-hidroxid ($Ca(OH)_2$)-tartalmát oldatba viszik. Az ecetsav a beton kalcium-hidroxid-tartalmával jól oldódó kalcium-acetátot ($(CH_3COO)_2Ca$) képez. A tejsav a beton kalcium-hidroxid-tartalmát teljesen kioldja. A hangyasav hatása az ecetsav hatásához hasonló, csak a korróziós folyamat lassúbb (*Biczók* 1956, 1960).

A betonok fokozott savállóságát a térbeli hálós, szabad kalcium-hidroxid (portlandit, $Ca(OH)_2$) szerkezet megszakításával, és a portlandit mennyiségének korlátozásával, illetve megkötésével lehet elérni.

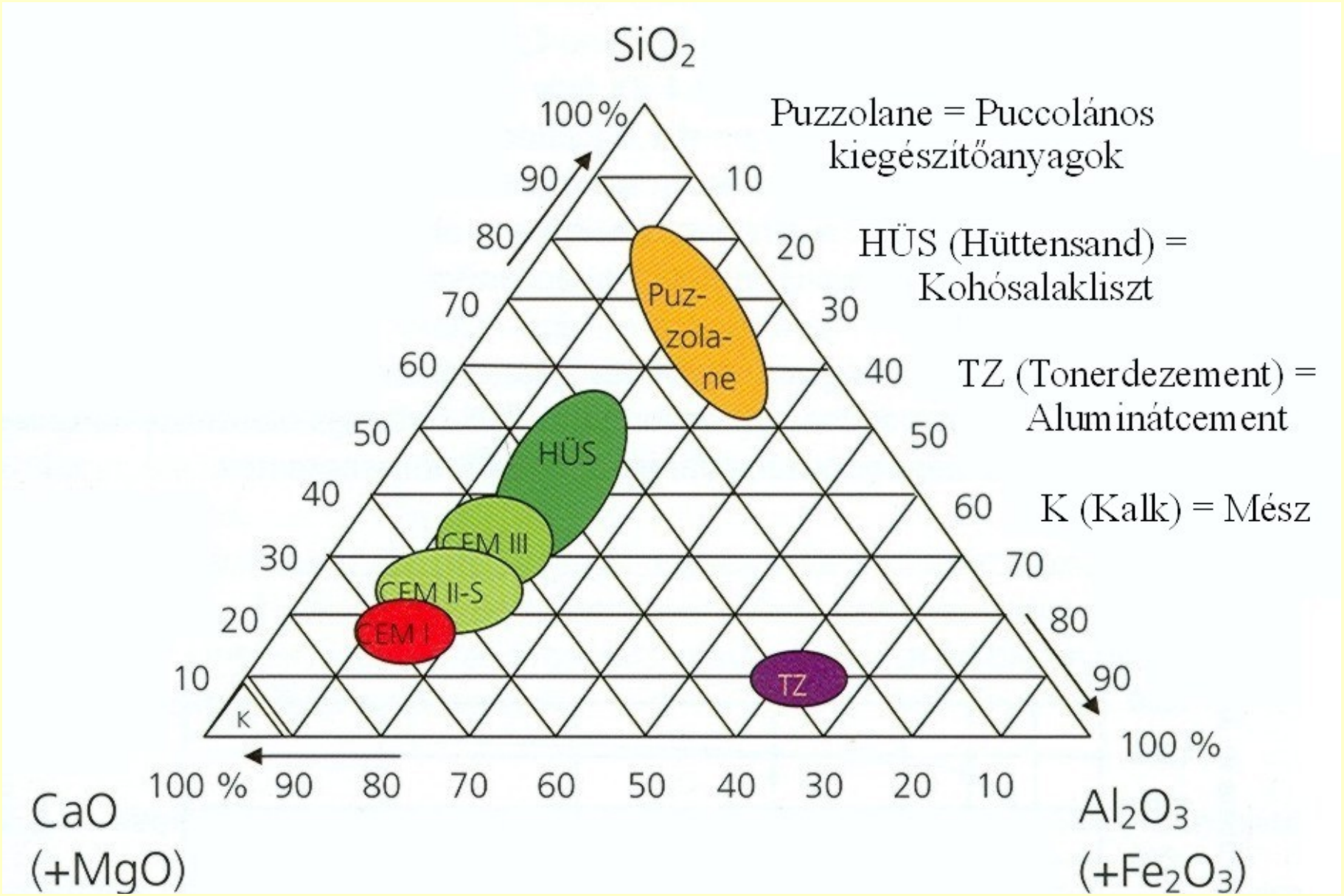


Különböző cement fajták szabad kalcium-hidroxid (portlandit, $Ca(OH)_2$)-tartalma normál-habarcs (NM) és cementkő (ZS) próbatesten vizsgálva (*F. Splittgerber*, Dissert., Bauhaus-Universität Weimar, 2012)

Néhány *x* = 0,5 víz-cement tényezővel készített, CEM 32,5 szilárdsági osztályú, 28 napos cementkő szabad kalcium-hidroxid (portlandit, $Ca(OH)_2$)-tartalma (*U. Dahme*, Universität Duisburg – Essen, 2006)

Cement fajta	Cementkő szabad kalcium-hidroxid (portlandit, $Ca(OH)_2$)-tartalma, tömeg%
CEM I 32,5 R	21,5
CEM I 32,5 + pernye	13,8
CEM II/A 32,5-NA/NW	10,5
CEM III/B 32,5-NA/HS/NW	6,0

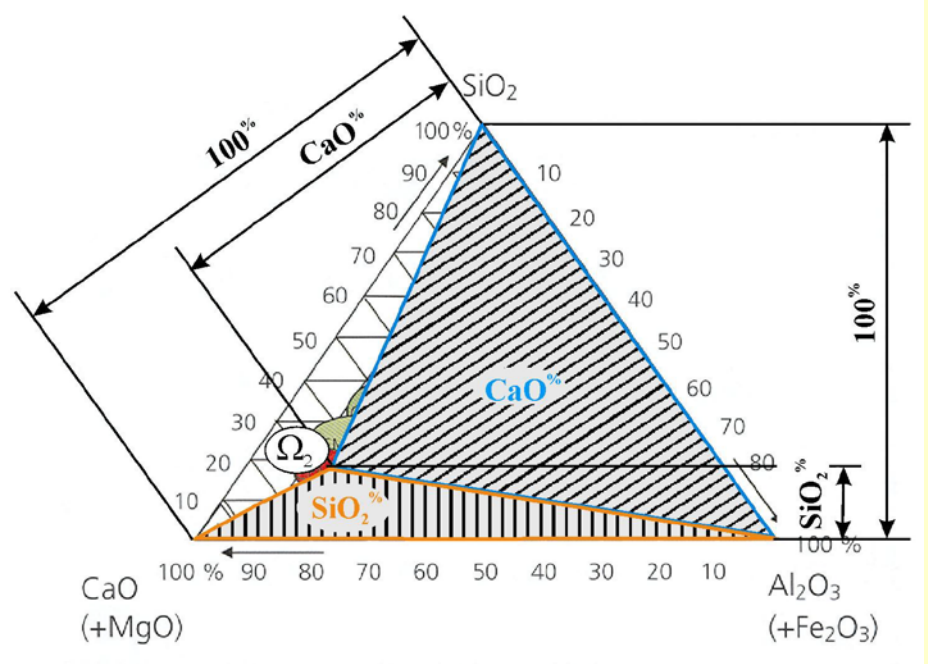
NA = Kis alkálifém-oxid-tartalmú cement
NW = Kis hőfejlesztésű cement
HS = Szulfátálló cement

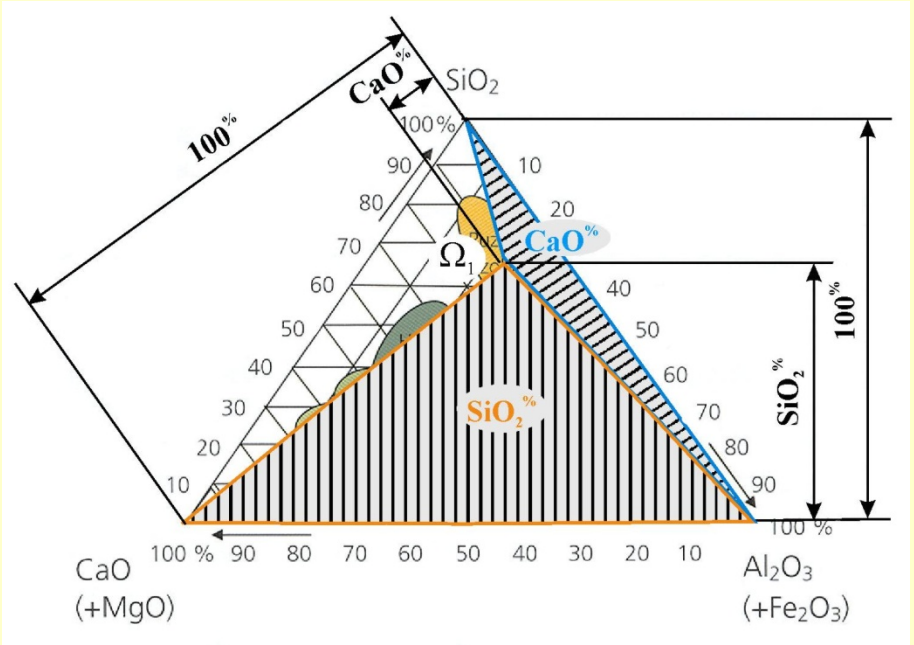


***Rankin*-diagram a legfontosabb cementek és aktív, II. típusú kiegészítőanyagok mezejének feltüntetésével (*Röhling* et al.: Betonbau I., Fraunhofer Verlag, Stuttgart, 2012)**

A cementek klinker-tartalmának növekedésével növekszik a kalcium-oxid (CaO)-tartalom és csökken a szilícium-dioxid (SiO_2)-tartalom, illeve növekszik a mész-modulus (MM = CaO/SiO_2).

A klinker-tartalom és a mészmodulus növekedése a cementek szabad kalcium-hidroxid (portlandit, $Ca(OH)_2$)-tartalmának növekedésével jár.





Kausay

A nagy szabad kalcium-hidroxid-tartalom a betonok – beleértve a szulfátálló betonokat is – savállóságát rontja, amely helyzeten e portlandcementek nagy szabad kalcium-hidroxid-tartalma egy részének megkötésével, például metakaolin („A” típusú) vagy szilikapor betonba keverésével javíthatunk.

(1 g metakaolin legalább 0,7 g kalcium-hidroxidot köt meg.)

Javasolt adagolás a cement-tartalomra vonatkoztatva:

CEM I-SR fajtájú szulfátálló portlandcement alkalmazása során:

- **metakaolin („A” típusú) esetén mintegy 15 tömeg%,**
- **szilikapor esetén mintegy 10 tömeg%,**

CEM II/A-MSR fajtájú mérsékelten szulfátálló portlandcement alkalmazása során:

- **metakaolin („A” típusú) esetén mintegy 10 tömeg%,**
- **szilikapor esetén mintegy 8 tömeg%.**

Koptató hatásnak ellenálló beton, vasbeton és feszített vasbeton szerkezetek betonja

Alkalmazási terület	Környezeti osztály jele	Beton nyomó-szilárdsági osztálya, legalább	Beton cement-tartalma, legalább, kg/m^3	Beton víz-cement tényezője, legfeljebb
Könnyű szemcsés anyagok, gyalogos forgalom, fúvott kerekes járművek	XK1(H)	C30/37	310	0,50
	Például: Könnyű adalékanyagok, termények stb. tárolására alkalmas silók, bunkerek, tartályok; járdák, lépcsők, garázspadozatok			
Gördülő igénybevétel nehéz terhek alatt, tömör gumi kerekes járművek	XK2(H)	C35/45	330	0,45
	Például: Betonút, görgetett hordalékkal érintkező betonfelületek, villástargonca forgalom			
Csúsztató-gördülő igénybevétel igen nehéz terhek alatt, acél kerekes targonca forgalom	XK3(H)	C40/50	350	0,40
	Például: Repülőtéri le- és felszálló pályák valamint gurulóutak, nehézipari szerelőcsarnokok, konténerátrakó állomások			
Csúsztató-gördülő igénybevétel igen nehéz terhek alatt, nagy felületi pontosság és pormentesség	XK4(H)	C45/55	370	0,38
	Például: Nehéz terheknek, hernyótalpas járműnek kitett térburkolatok, csarnokok és raktárak betonja. Kemény felületű, pormentes ipari padlóburkolatok			

Böhme-féle kopásállóság vizsgálat

A ΔV kopási térfogatveszteség megengedett mértéke mm³-ben		
Környezeti osztály	*Száraz koptatás esetén*	*Vizes koptatás esetén*
XK1(H)	*14000*	*21000*
XK2(H)	*12000*	*18000*
XK3(H)	*10000*	*16000*
XK4(H)	*8000*	*14000*

Az MSZ 18290-1:1981 szabvány szerinti Böhme-féle koptatást szárazon (légszáraz próbakockákon) és vizesen is el kell végezni, és ezek eredményei közül a kedvezőtlenebb a mértékadó vizsgálati eredmény.

Víznyomásnak ellenálló, beton, vasbeton és feszített vasbeton szerkezetek betonja

Alkalmazási terület	Környezeti osztály jele	Beton nyomó-szilárdsági osztálya, legalább	Beton cement-tartalma, legalább, kg/m^3	Beton víz-cement tényezője, legfeljebb
2 m-nél kisebb vízoszlop nyomása	XV1(H)	C25/30	300	0,55
	Például: Pincefalak, csapadékelvezetők, víztároló medencék, átereszek, csapadékcsatornák, záportározók, esővízgyűjtő aknák			
2 m és 10 m közötti vízoszlop nyomása	XV2(H)	C30/37	300	0,50
	Például: Vízépítési szerkezetek, csatornák, gátak, partfalak, földalatti garázsok és aluljárók külső határoló szerkezetei, víztároló medencék.			
10 m-nél nagyobb vízoszlop nyomása	XV3(H)	C30/37	300	0,45
	Például: Mélygarázsok, alagutak külső határoló szerkezetei, vízépítési műtárgyak			

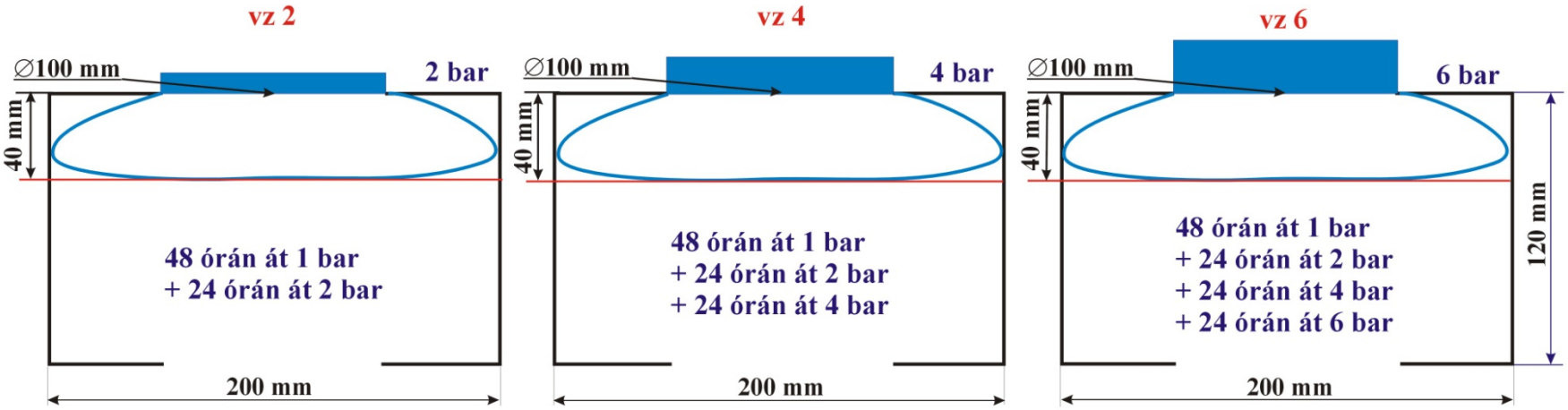
A beton vízzáróságát az MSZ EN 12390-8 szabvány szerint kell vizsgálni. A próbatestet 28 napos korig az MSZ EN 12390-2 szerint kizsaluzás után végig víz alatt kell tárolni, és javasolt közvetlenül a vízből való kivétel után a vízzárósági vizsgálatot elkezdeni (MSZ 4798:2016 szabvány NAD 5.3. táblázata).

Környezeti osztály	Vízbehatolás megengedett legnagyobb mélysége, mm	
	átlagérték, legalább három próbatesten vizsgálva	egyedi érték
XV1(H)	50	55
XV2(H)	35	38
XV3(H)	20	22

XV1(H) környezeti osztályú betonból vasbetont, XV1(H) és XV2(H) környezeti osztályú betonból feszített vasbetont készíteni nem szabad (MSZ 4798:2016 szabvány N melléklet (13) bekezdés).

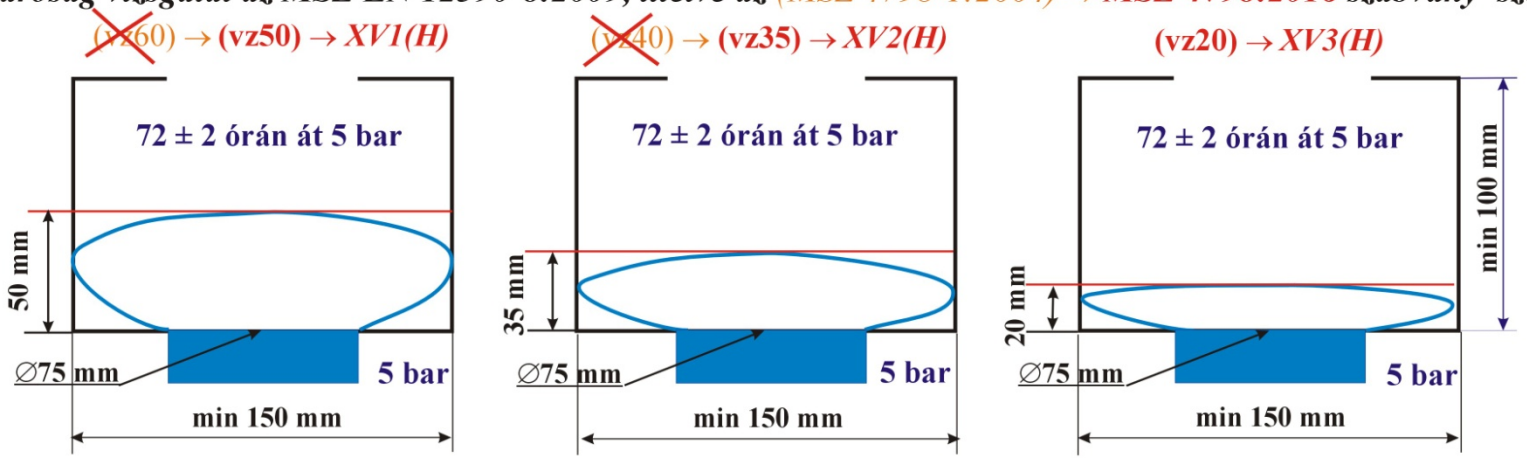
A próbatestek állapota: légszáraz

Vízzáróság vizsgálat az MSZ 4715-3:1972 szabvány szerint



A próbatestek állapota: vízzel telített

Vízzáróság vizsgálat az MSZ EN 12390-8:2009, illetve az (MSZ 4798-1:2004) → MSZ 4798:2016 szabvány szerint



5 bar víz-túlnyomás = 5 att = 6 ata 5 bar = 50 H_2O m = 50 N/cm^2 = 0,5 MPa = 0,5 N/mm^2

A *vz50, vz35, vz20* jel az MSZ 4798:2016 a szabványban nem szerepel, ennek ellenére nyugodtan használhatjuk, sőt. A *vz* jel a vízzárósági osztály (fokozat) jele, az *XV...(H)* a vízzárósági környezeti osztály jele. A kettő nem ugyanaz.

A vízzárósági környezeti osztályba sorolásnak nem csak a vízzáróság a feltétele, hanem a megfelelő nyomószilárdsági osztály, víz-cement tényező, cementtartalom és a friss beton levegőtartalma. Ezért pusztán a vízzáróság vizsgálat eredménye alapján a beton csak a vízzárósági osztályba sorolható, mert nem tudni, hogy a beton a környezeti osztályba sorolás többi feltételét miként elégíti ki.

Ugyanígy például pusztán a nyomószilárdság vizsgálat eredményéből csak a nyomószilárdsági osztályba sorolás végezhető el, de az XC... karbonátosodási osztályba sorolás nem. Például C25/30 helyett nem írható XC2 környezeti osztály, mert annak további feltételei vannak.

Ugyanígy például vz35 helyett nem szabad XV2(H)-t írni, a *vz* vízzárósági osztály jele nem helyettesíthető az *XV...(H)* környezeti osztály jelével.

A BETON JELÉBEN FOGLALT KÖVETELMÉNYEK TELJESÍTÉSE

(Az az, hogyan és mint kell egy adott követelményre a beton fajtát kiválasztani, a jelölések mit takarnak.)

DR. KAUSAY TIBOR
BME Építőanyagok és Magasépítés Tanszék

ADALÉKANYAG LEGNAGYOBB SZEMNAGYSÁGA és BETONFEDÉS

Magyar Mérnöki Kamara, Tartószerkezeti Tagozat
Budapest, 2016. május 12.

Egyszerű példa a beton jelére

Nyomó-szilárd-sági osztály	Kör-nyezeti osztály	Leg-nagyobb szem-nagyság, mm	Konzisz-tencia	Tervezési élet-tartam	Szabvány száma
C30/37 –	XC3 –	24 –	F3	– 100 év –	MSZ 4798:2016

Adalékanyag legnagyobb szemnagysága

Az MSZ 4798 szabvány szerint az adalékanyag D_{max} legnagyobb szemnagyságát folyamatos vagy lépcsős adalékanyag szemmegoszlás esetén (lásd az E5. mellékletet) a 8, 12 (11,2), 16, 24 (22,4), 32, 48 (45), 63 mm nyílású sziták közül annak a legkisebb nyílású szitának a névleges méretével kell jellemezni, amelyik a NAD E1. – NAD E7. szemmegoszlási határgörbe ábrák feltételének megfelel, és törekedni kell arra, hogy a legnagyobb szemnagyságnál a fennmaradt összes anyag mennyisége legfeljebb 5 tömegszázalék legyen.

Az MSZ 4798 szabvány szerint az adalékanyag szemmegoszlását a legnagyobb szemnagyságon kívül a finomsági modulussal (3.1.2.23.) is jellemezni lehet (MSZ 18288-5), amelynek esetén a számításba veendő legkisebb szita nyílása 0,063 mm, továbbá jellemezni lehet az adalékanyag egyenlőtlenségi együtthatójával (3.1.2.24.) is.

Az MSZ 4798:2016 szabvány szerint a betonadalékanyag névleges legnagyobb szemnagysága (D_{max}) ne legyen nagyobb, mint a következő négy adat közül a legkisebb:

- ***a szerkezetrész legkisebb méretének 1/3-a;***
- ***az névleges betonfedés 2/3-a,***
- ***az acélbetétek, illetve feszítőacélok egymástól való legkisebb távolságának (a legkisebb szabad nyílásnak) 2/3-a;***
- ***szivattyús betonszállítás esetén a szivattyúvezeték átmérőjének 1/3-a.***

MSZ 4798:2016 szabvány 3.1.1.23. Legkisebb betonfedés

Vasbeton vagy feszített vasbeton esetén az acélbetét vagy a feszítőbetét (beleértve a szerelőbetéteket és a kengyeleket is) szélső pontja és a szerkezeti elem felülete közötti legkisebb távolság előírt értéke. Alkalmazásának célja, hogy az acéltapadás révén az erőátadás megfelelő legyen; kellően védje az acélbetétet a korróziótól a tartósság érdekében; megfelelő tűzbiztonságot eredményezzen. Jele: c_{min} [mm].

A c_{min} az előírt legkisebb betonfedés a következő értékek közül a legnagyobb (lásd az N mellékletet):

– az acélbetét tapadása miatt szükséges legkisebb betonfedés ($c_{min,b}$)

– a környezeti hatások miatt szükséges legkisebb betonfedés ($c_{min,dur}$)

– 10 mm.

MSZ 4798:2016 szabvány 3.1.1.24. Névleges betonfedés

A névleges betonfedés (c_{nom} [mm]) az előírt legkisebb betonfedésnek (c_{min} [mm]) a Δc_{dev} [mm] kötelező ráhagyással megnövelt, előírt értéke

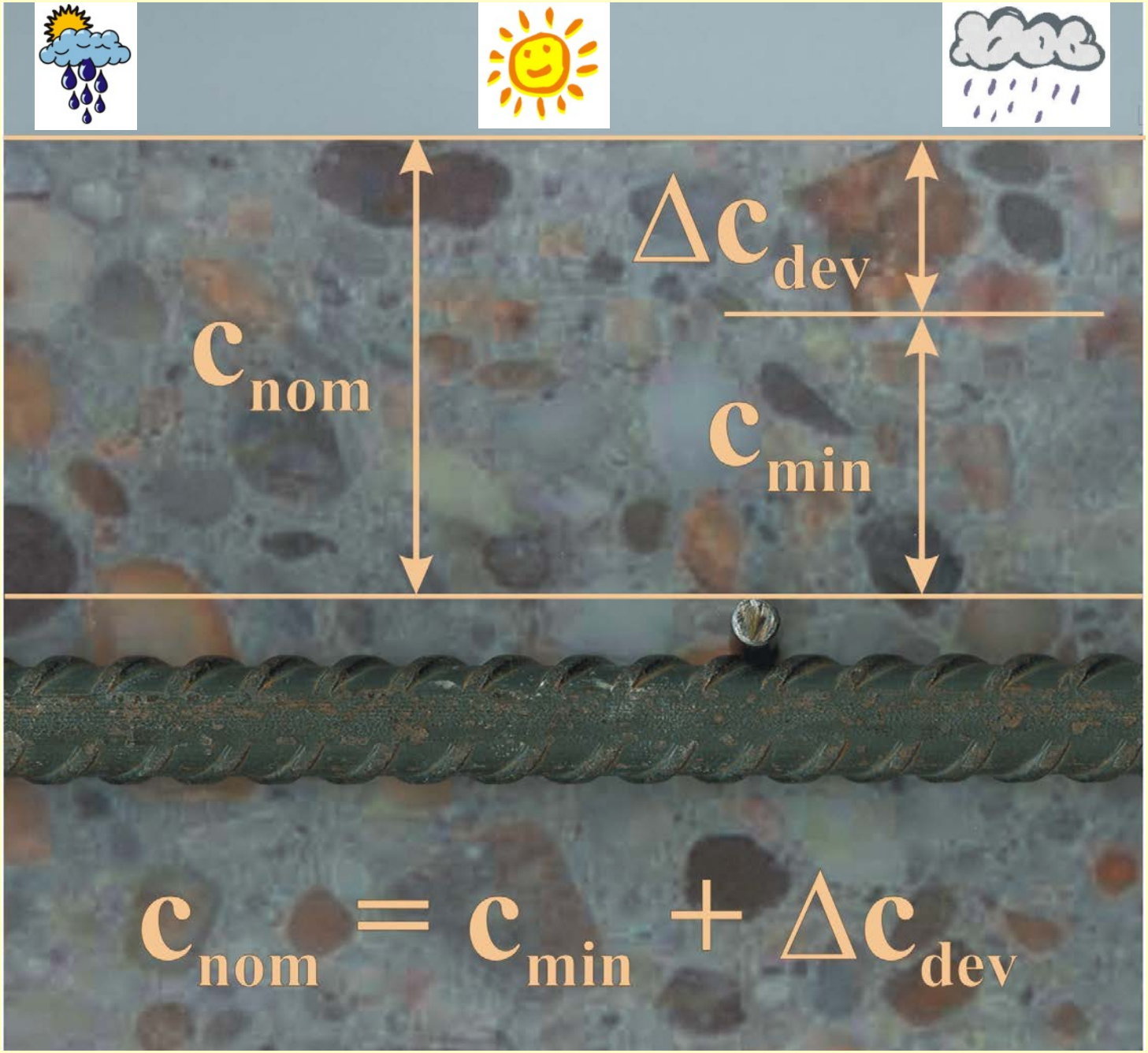
$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} ,$$

amelyet a statikai számításokban alkalmazni kell (N melléklet).

A szerkezeti terveken a névleges betonfedés c_{nom} értékeit kell feltüntetni (MSZ EN 1992-1-1 4.4.1.1. szakasz (2)P bekezdése).

A Δc_{dev} értéke a beton környezeti osztályától és a gyártás színvonalától függően jellegzetesen 5-15 mm, általában 10 mm.

A ráhagyás akkor eshet 5 – 10 mm közé, ha a minőségbiztosítási rendszerben szerepel a betonfedés folyamatos ellenőrzése pl. betonelem előregyártás során (lásd az N mellékletet).


Δc_{dev}
c_{nom}
c_{min}
$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$

A betonfedés környezeti hatások miatt szükséges, előírt legkisebb értéke 50 év tervezési élettartamú és S3 szerkezeti osztályú nem szokványos szerkezet esetén, tehát akkor, ha az erőtani számítás szerint szükséges nyomószilárdsági osztály a környezeti osztály feltétele szerintinél két osztállyal nagyobb, vagy ha a minőségellenőrzés kiemelt szintű, azaz a szerkezet nem szokványos

Környezeti osztály	Környezeti hatások miatt szükséges legkisebb betonfedés $c_{min,dur}$, mm		Kötelező ráhagyás Δc_{dev}, mm
	Betonacél MSZ EN 10080	Feszítőbetét prEN 10138	
X0v(H)	10	10	10
XC1	10	20	10
XC2, XC3	20	30	10
XC4, XF1, XV3(H)	25	35	10
XD1, XS1, XF2, XF3, XA1, XK1(H)	30	40	10
XD2, XS2, XF2(H), XF3(H), XF4, XA2, XA4(H), XK2(H)	35	45	10
XD3, XS3, XF4(H), XA3, XA5(H), XV2(H), XK3(H)	40	50	10
XA6(H), XK4(H)	45	55	10

A betonfedés környezeti hatások miatt szükséges, előírt legkisebb értéke 50 év tervezési élettartamú és S4 szerkezeti osztályú szokványos szerkezet esetén, tehát akkor, ha az erőtani számítás szerint szükséges nyomószilárdsági osztály a környezeti osztály feltétele szerinti és a minőségellenőrzés nem kiemelt szintű

Környezeti osztály	Környezeti hatások miatt szükséges legkisebb betonfedés $c_{min,dur}$, mm		Kötelező ráhagyás Δc_{dev}, mm
	Betonacél MSZ EN 10080	Feszítőbetét prEN 10138	
X0v(H)	10	10	10
XC1	15	25	10
XC2, XC3	25	35	10
XC4, XF1, XV3(H)	30	40	10
XD1, XS1, XF2, XF3, XA1, XK1(H)	35	45	10
XD2, XS2, XF2(H), XF3(H), XF4, XA2, XA4(H), XK2(H)	40	50	10
XD3, XS3, XF4(H), XA3, XA5(H), XV2(H), XK3(H)	45	55	10
XA6(H), XK4(H)	50	60	10

Az MSZ EN 1992-1-1:2010 szabvány 4.4.1.2. szakaszának (5) bekezdésében az 50 év tervezési élettartamú betonokat az S4 szerkezeti osztályba sorolják.

A betonfedés környezeti hatások miatt szükséges, előírt legkisebb értéke MSZ EN 1992-1-1 szabvány szerinti 100 év tervezési élettartamú és S6 szerkezeti osztályú szokványos szerkezet esetén, tehát akkor, ha az erőtani számítás szerint szükséges nyomószilárdsági osztály a környezeti osztály feltétele szerinti és a minőségellenőrzés nem kiemelt szintű

Környezeti osztály	Környezeti hatások miatt szükséges legkisebb betonfedés $c_{min,dur}$, mm		Kötelező ráhagyás Δc_{dev}, mm
	Betonacél MSZ EN 10080	Feszítőbetét prEN 10138	
X0v(H)	20	20	10
XC1	25	35	10
XC2, XC3	35	45	10
XC4, XF1, XV3(H)	40	50	10
XD1, XS1, XF2, XF3, XA1, XK1(H)	45	55	10
XD2, XS2, XF2(H), XF3(H), XF4, XA2, XA4(H), XK2(H)	50	60	10
XD3, XS3, XF4(H), XA3, XA5(H), XV2(H), XK3(H)	55	65	10
XA6(H), XK4(H)	60	70	10

Ha a vasbetont a koptató hatáson kívül egy vagy több egyéb környezeti hatás is éri, akkor a $c_{min,dur}$ legkisebb betonfedés azon kívül, hogy teljesíti a kopásállósági osztályhoz tartozó előírt értéket, legalább 5 mm-rel legyen nagyobb, mint az egyidejűleg érvényesülő környezeti osztályokhoz tartozó betonfedések legnagyobbika (MSZ 4798:2016 szabvány N mellékletének (14) bekezdése).

Magyarázat: Ha a beton kopik, akkor is maradjon meg a többi környezeti osztályban előírt $c_{min,dur}$ legkisebb betonfedés.

Ez a helyzet csak a XK környezeti osztályok valamelyikével kombinált XD1 – XD3, XS1 – XS3, XF2 – XF4, XF2(H) – XF4(H), XA1 – XA3, XA4(H) – XA6(H), XV2(H) környezeti osztályok esetén fordulhat elő, mert a többi környezeti osztályhoz előírt betonfedés mindig legalább 5 mm-rel kisebb, mint az XK környezeti osztályhoz előírt betonfedés.

ÖSSZEFOGLALVA, szokványos (közönséges, normál) vasbeton és feszített vasbeton esetén,
ha a minőségellenőrzés

- **nem kiemelt szintű és a tervezési élettartam 50 év, akkor az alkalmazandó szerkezeti osztály S4, ha a tervezési élettartam 100 év, akkor S6;**
- **kiemelt szintű és a tervezési élettartam 50 év, akkor az alkalmazandó szerkezeti osztály S3, ha a tervezési élettartam 100 év, akkor S5.**

A minőségellenőrzés színvonalától függetlenül, ha

- **az erőtani számítás szerint szükséges – és így a mértékadó – nyomószilárdsági osztály a környezeti osztály feltétele szerintinél két osztállyal nagyobb és a tervezési élettartam 50 év, akkor az alkalmazandó szerkezeti osztály S3, ha a tervezési élettartam 100 év, akkor S5;**
- **a szerkezet felületszerkezet és a tervezési élettartam 50 év, akkor az alkalmazandó szerkezeti osztály S3, ha a tervezési élettartam 100 év, akkor S5.**

Ha valamely előregyártott vasbeton vagy feszített vasbeton termék esetén az MSZ 4798:2016 szabvány szerinti $c_{min,dur}$ előírt legkisebb betonfedést szerkezettervezési okokból biztosítani nem lehet, akkor annak tervezési élettartama és a hozzá tartozó $c_{min,dur}$ előírt legkisebb betonfedés az előregyártott vasbeton vagy feszített vasbeton termék termékszabványa szerinti legyen.

Előregyártott vasbeton és feszített vasbeton termékeknek a környezeti feltételekhez (MSZ EN 13369:2013 szabvány A.1. táblázata) előírt legkisebb betonfedése ($c_{min,dur}$) az MSZ EN 13369:2013 szabvány A.2. táblázatában található.

Az előregyártott vasbeton és feszített vasbeton termékek betonfedése és adalékanyagának legnagyobb szemnagysága egymáshoz való viszonyának előírása az MSZ 4798:2016 szabványnak nem tárgya.

A BETON JELÉBEN FOGLALT KÖVETELMÉNYEK TELJESÍTÉSE

(Az az, hogyan és mint kell egy adott követelményre a beton fajtát kiválasztani, a jelölések mit takarnak.)

DR. KAUSAY TIBOR
BME Építőanyagok és Magasépítés Tanszék

FRISS BETON KONZISZTENCIÁJA

Magyar Mérnöki Kamara, Tartószerkezeti Tagozat
Budapest, 2016. május 12.

Egyszerű példa a beton jelére

Nyomó-szilárd-sági osztály	Kör-nyezeti osztály	Leg-nagyobb szem-nagyság, mm	Konzisz-tencia	Tervezési élet-tartam	Szabvány száma
C30/37 –	XC3 –	24 –	F3	– 100 év –	MSZ 4798:2016

Az MSZ EN 206:2014 és MSZ 4798:2016 betonszabvány a következő konzisztencia osztályokat ismeri:

Szokványos (közönséges) friss beton jellemzésére:

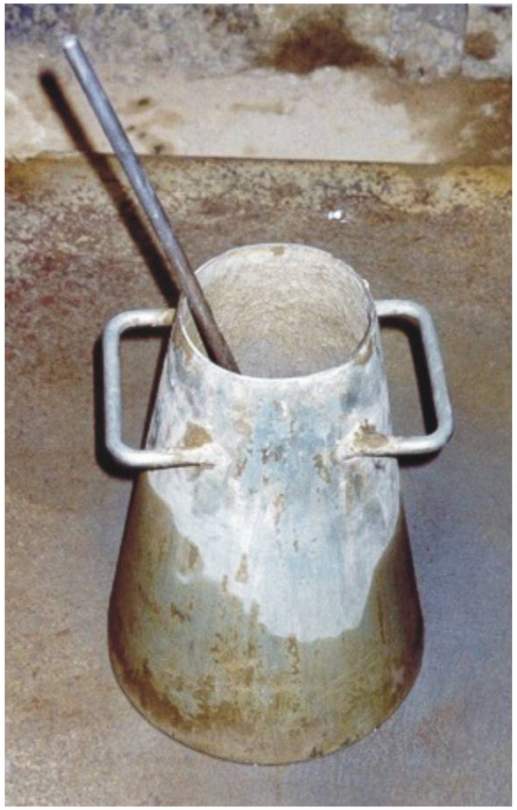
- **Roskadási osztály**
- **Terülési osztály**
- **Tömörítési osztály**

Öntömörödő friss beton jellemzésére:

- **Roskadási terülés**
- **Tölcséres kifolyás**
- **L-szekrényes (L-dobozos) átfolyás**
- **Fékezőgyűrűs (J-gyűrűs) átfolyás**
- **Szitás szétosztályozódás**

Változás az MSZ EN 206-1:2002 és MSZ 4798-1:2004 betonszabványhoz képest:

- **Vebe-méteres átformálás osztályai kimaradtak az új szabványból**
- **Öntömörödő beton konzisztencia osztályai bekerültek az új szabványba**



Roskadás mérés *Abrams*-kúppal

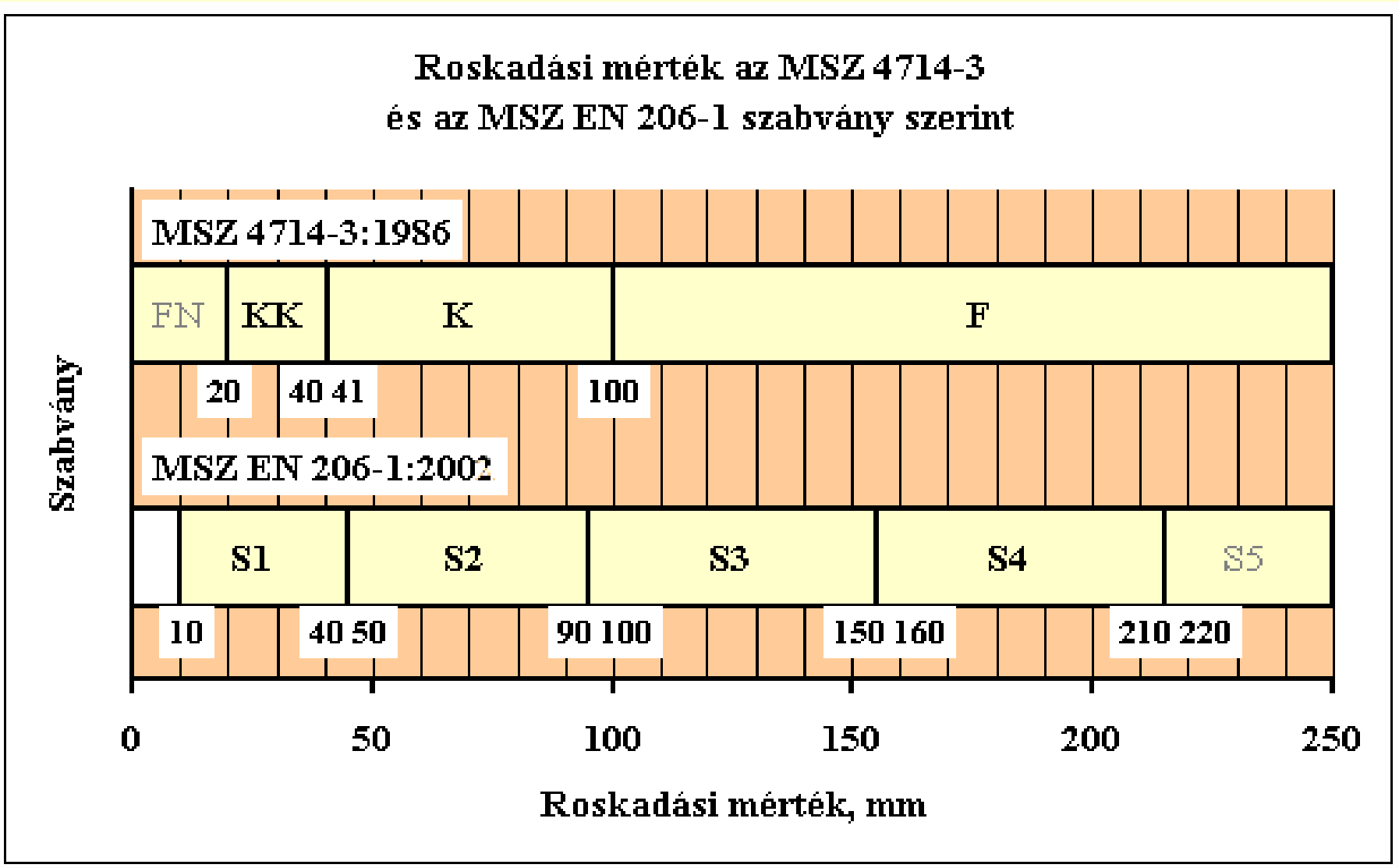
~~4x25~~ → **3x25 szúrással tömörítünk**

Roskadási osztályok az MSZ EN 206:2014 szerint

Osztály	Roskadás *(Roskadási mérték)* mm
S1	10 - 40
S2	50 - 90
S3	100 - 150
S4	160 - 210
S5 [1)]	≥ 220

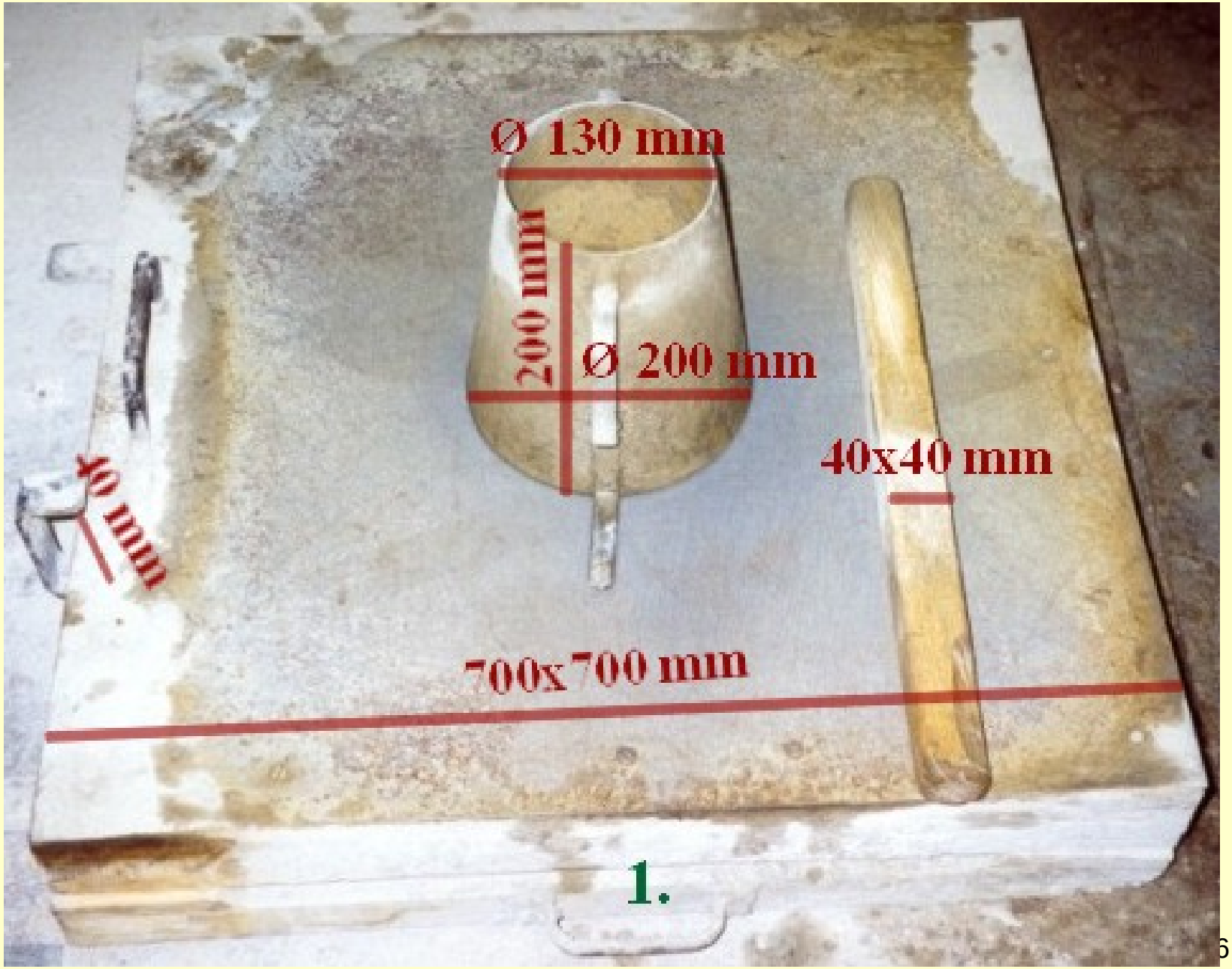
A roskadási mértéket az MSZ EN 12350-2:2009 szerint kell meghatározni.

[1)] A módszer e tartományban kevéssé érzékeny.


Roskadási mérték az MSZ 4714-3
és az MSZ EN 206-1 szabvány szerint
Szabvány
MSZ 4714-3:1986
FN
KK
K
F
20
40 41
100
MSZ EN 206-1:2002
S1
S2
S3
S4
S5
10
40 50
90 100
150 160
210 220
0
50
100
150
200
250
Roskadási mérték, mm

Terülés mérés

2x10 ütés, 15 emelés-ejtés

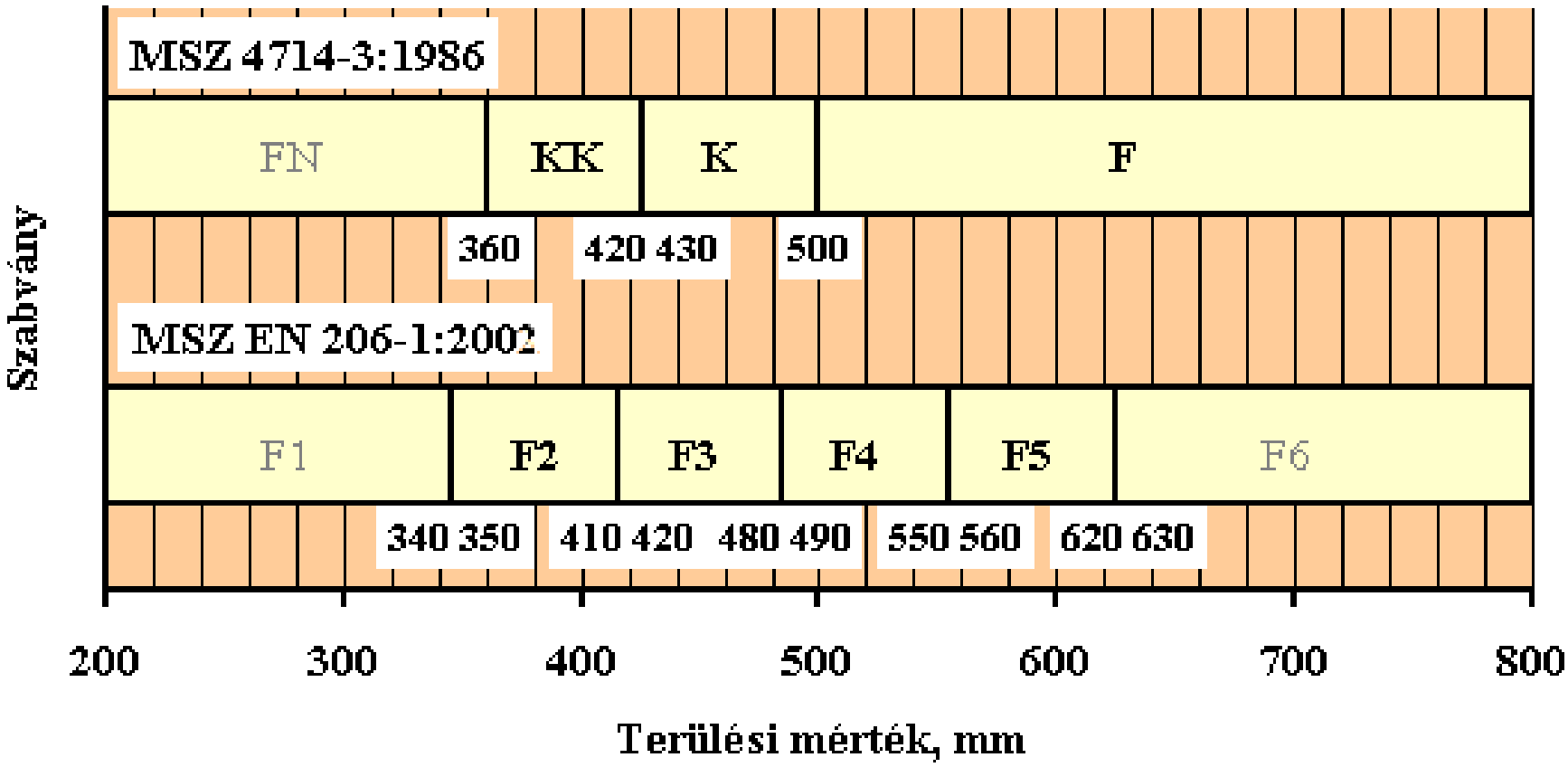

Ø 130 mm
200 mm
Ø 200 mm
40x40 mm
40 mm
700x700 mm
1.

Terülési osztályok az MSZ EN 206:2014 szerint

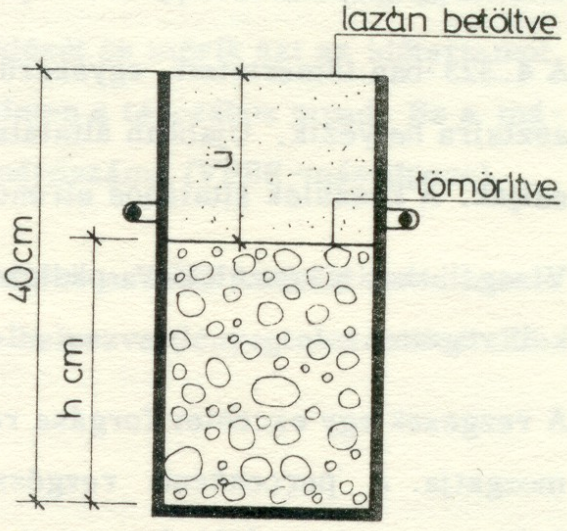
Osztály	Terülési átmérő *(Terülési mérték)* mm
F1	≤ 340
F2	350 – 410
F3	420 – 480
F4	490 – 550
F5	560 – 620
F6	≥ 630

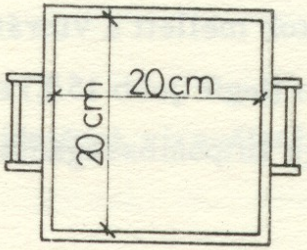
A terülési mértéket az MSZ EN 12350-5:2009 szerint kell meghatározni.

Terülési mérték az MSZ 4714-3 és az MSZ EN 206-1 szabvány szerint



Weiss György:
Építőipari
Laboratóriumi
Méréstechnika
és Műszerismeret
III. kötet
ÉMI 28. sz. kiadványa
ÉTK Budapest, 1976.





113. ábra
Walz készülék. DIN 1045

C0…C3 =
= tömörítési mérték =
= 400 mm / h mm > 1,0

Vizsgáló eszköz a *Walz*-féle tömörítés méréséhez

Tömörítési osztályok az MSZ EN 206:2014 szerint

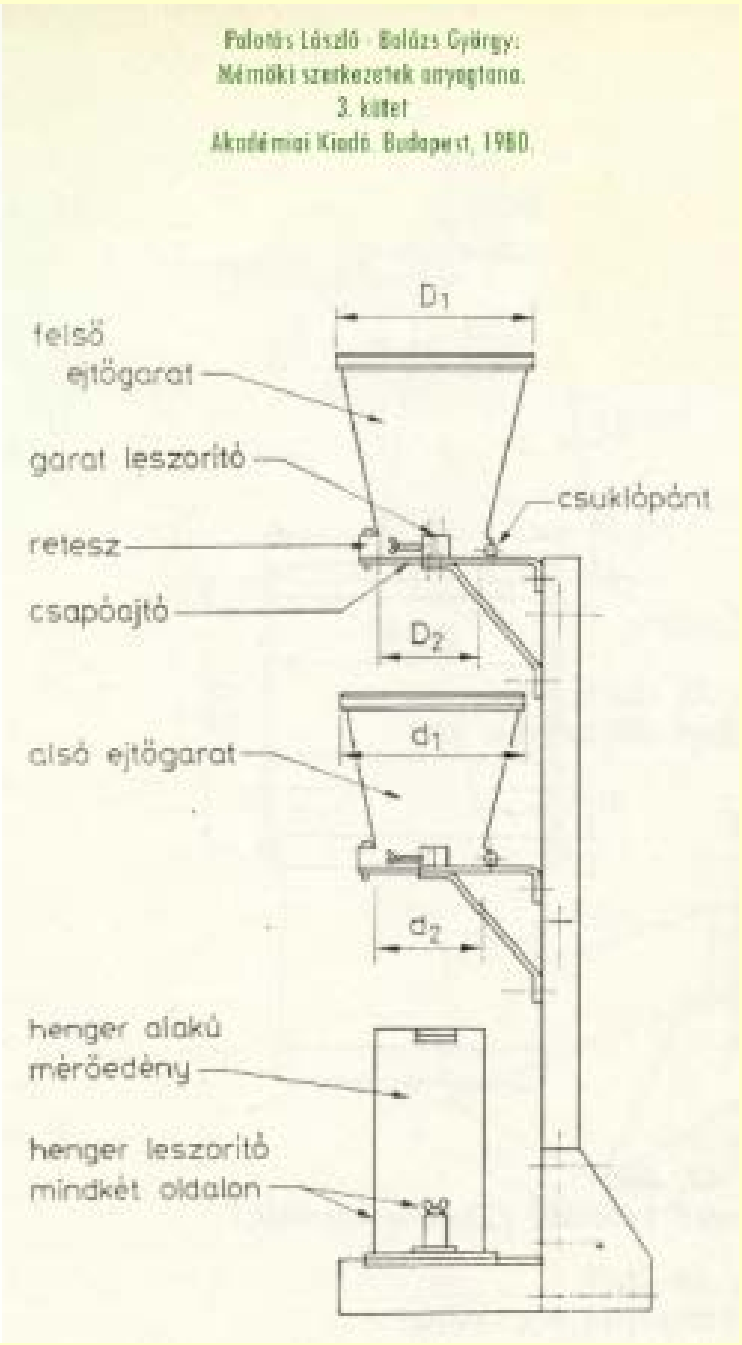
Osztály	A tömöríthetőség mértéke *(Tömörítési mérték)*
C0 [1)]	≥ 1,46
C1	1,45 – 1,26
C2	1,25 – 1,11
C3	1,10 – 1,04
C4 [2)]	< 1,04

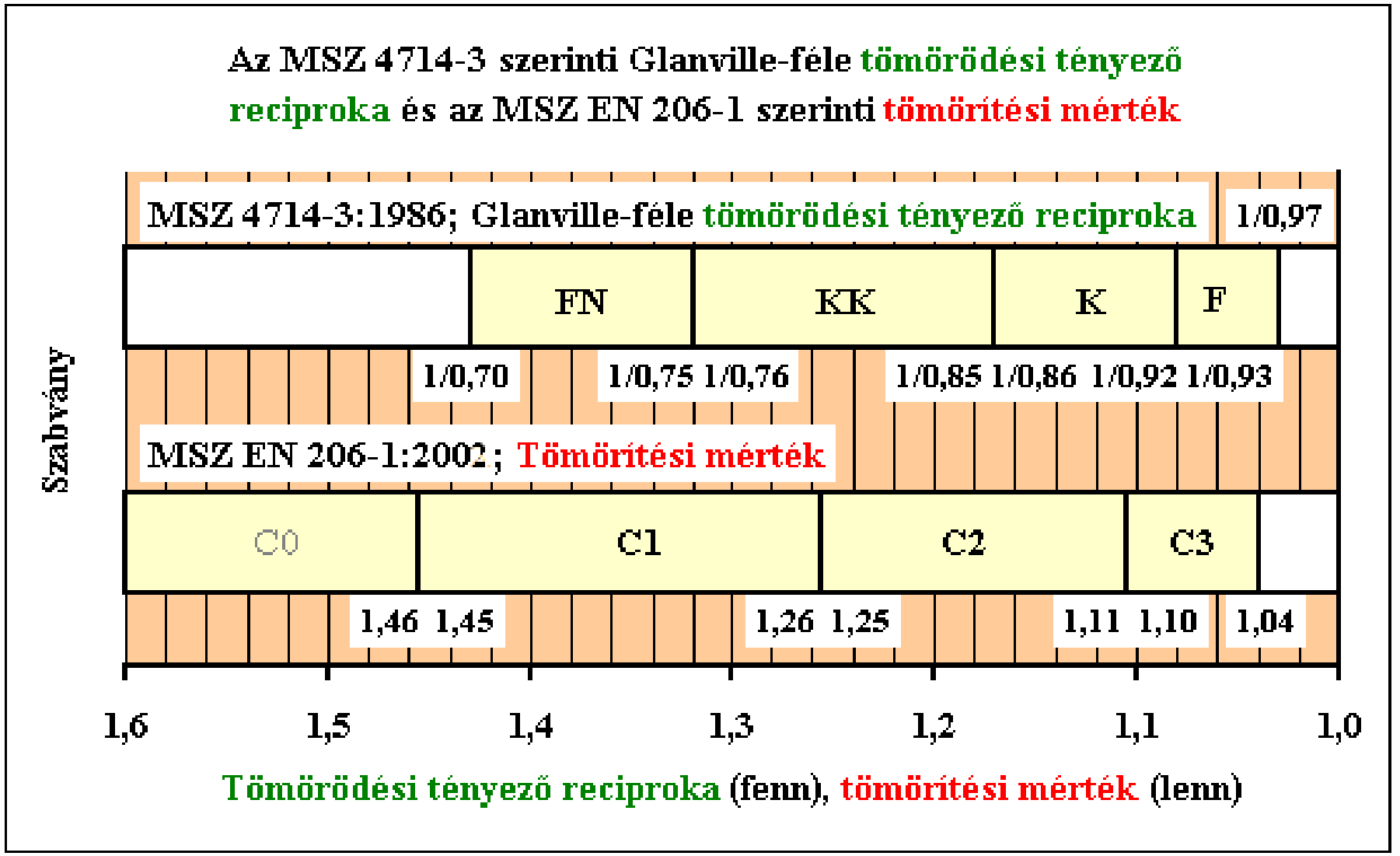
A tömörítési mértéket az MSZ EN 12350-4:2009 szerint kell meghatározni.

[2)] **Csak könnyűbeton esetén szabad alkalmazni.**

A *Walz-féle* tömörítési mérték közelítőleg egyenlő a visszavont MSZ 4714-3:1986 szabványban szereplő *Glanville-féle* tömörödési tényező reciprokával, ezért ez utóbbit a tömörítési (*Walz*) és a tömörödési (*Glanville*) konzisztencia osztályok közvetett összehasonlításául használhatjuk.

Vizsgáló eszköz a Glanville-féle tömörödés méréséhez




Az MSZ 4714-3 szerinti Glanville-féle tömörödési tényező reciproka és az MSZ EN 206-1 szerinti tömörítési mérték
MSZ 4714-3:1986; Glanville-féle tömörödési tényező reciproka
1/0,97
FN
KK
K
F
1/0,70
1/0,75 1/0,76
1/0,85 1/0,86 1/0,92 1/0,93
MSZ EN 206-1:2002; Tömörítési mérték
C0
C1
C2
C3
1,46 1,45
1,26 1,25
1,11 1,10
1,04
Szabvány
1,6
1,5
1,4
1,3
1,2
1,1
1,0
Tömörödési tényező reciproka (fenn), tömörítési mérték (lenn)

AZ ÖNTÖMÖRÖDŐ BETON KONZISZTENCIÁJÁNAK VIZSGÁLATA

Roskadási terüléshez tartozó t_{500} terülési idő osztályai

MSZ EN 12350-8:2010

Osztály	t_{500} [a)] az MSZ EN 12350-8 szerint vizsgálva, s
VS1	< 2,0
VS2	≥ 2,0

[a)] Az osztályba sorolás nem alkalmazható olyan betonra, amelynél a D_{max} nagyobb 40 mm-nél.

Roskadási területéshez tartozó t_{500} terülési idő mérése

A roskadási terülés vizsgálat eszköze az MSZ EN 12350-2:2009 szerinti *Abrams*-féle Ø200/Ø100×300 mm méretű roskadás mérő kúp (tulajdonképpen csonkakúp) és a legalább 900×900 mm élhosszúságú, tiszta, rozsdamentes, vízszintes helyzetű terülés mérő asztal.

A kúpot álló helyzetben kell a terülés mérő asztal közepére helyezni.

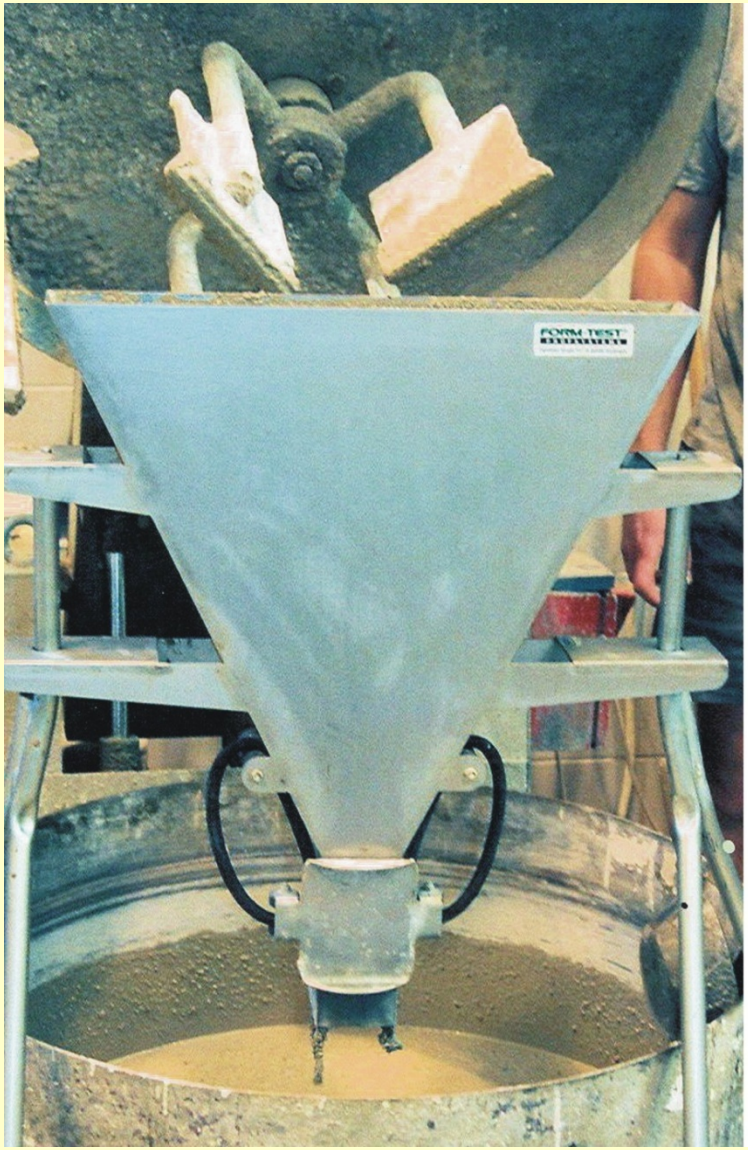
A kúpot meg kell öntömörödő betonnal tölteni, majd legfeljebb 30 s múlva, a beton érintése nélkül, a kúpot 1-3 s alatt függőlegesen fel kell emelni.

Abban a pillanatban, amikor a kúp a terülő asztalról elemelkedik, meg kell indítani a stopper órát, és 0,1 s pontossággal meg kell mérni az időtartamot, amely eltelik, amíg a szétterülő öntömörödő betonlepény először el nem éri az asztalra karcolt 500 mm átmérőjű kört.

Viszkozitási *(tölcséres kifolyási idő)* t_v osztályok MSZ EN 12350-9:2010

Osztály	t_v [a] az MSZ EN 12350-9 szerint vizsgálva, s
VF1	< 9,0
VF2	9,0 – 25,0

[a] Az osztályba sorolás nem alkalmazható olyan betonra, amelynél a D_{max} nagyobb 22,4 mm-nél.



Kifolyási tölcsér a t_v kifolyási idő mérésére
MSZ EN 12350-9:2010

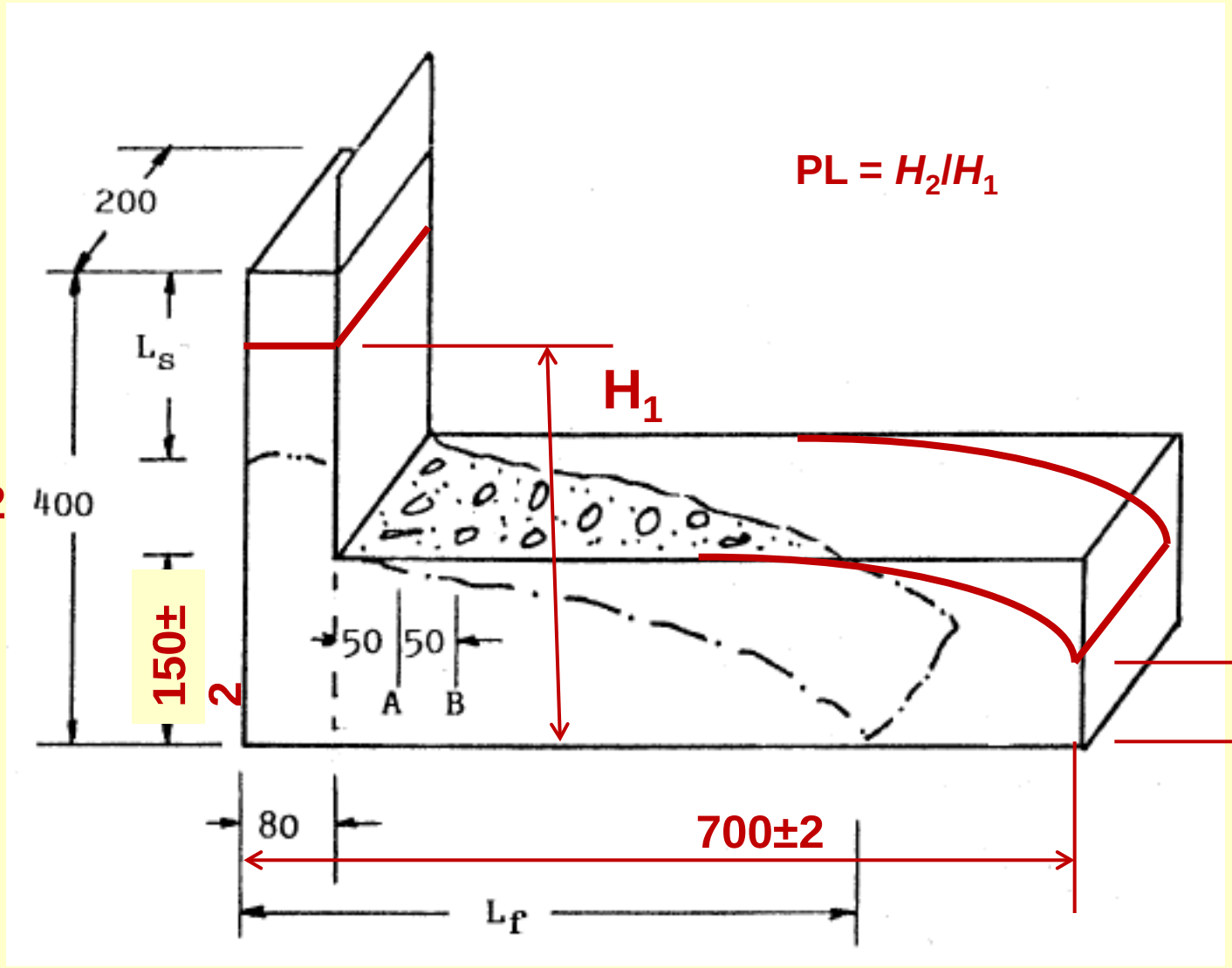
A tölcséres kifolyási idő mérésére trapéz oldalnézetű tölcsért használnak. Felső nyílása 500-515 mm, alsó nyílása 75-65 mm, magassága 425-450 mm, kifolyó nyílása 150 mm magas, a mérőeszköz vastagsága 75 mm. A nyílást kinyitva, másodpercben kell a tölcséres kifolyási időt megmérni.

Olykor az öntömörödő beton konzisztenciáját a 10/(tölcséres kifolyási idő) formulával tölcséres kifolyási sebességként, 1/másodperc mértékegységben fejezik ki.

Átfolyási képesség osztályai *L-szekrényes (L-dobozos)* vizsgálat szerint MSZ EN 12350-10:2010

Osztály	L-szekrényes *(L-dobozos)* átfolyási képesség aránya az *MSZ* EN 12350-10 szerint vizsgálva
PL1	≥ 0,80 (2 db fékező acélrúd alkalmazásával)
PL2	≥ 0,80 (3 db fékező acélrúd alkalmazásával)

L-szekrényes (L-dobozos) vizsgálat
MSZ EN 12350-10:2010



Az L doboz 200×80 mm keresztmetszetű függőleges szárát 400 mm magasságig megtöltjük a betonnal, amely az alul lévő, 160 mm magas retesz eltávolítása után a hidrosztatikus nyomás hatására, két vagy három 14 mm átmérőjű acélrúdból álló blokkoló rácson keresztül, a vízszintes vályúba folyik.

Ezután meghatározzuk a függőleges szárban a beton magasságcsökkenését, a vízszintes vályúban a folyási távolságot.
Régebben meghatározták azt az időt is, amelyre a betonáramnak szüksége van a 700 mm hosszú vízszintes vályúban kijelölt 50 mm-es távolság (az ábrán „A” jel és „B” jel) megtételéhez.

Az MSZ EN 12350-10:2010 szabvány szerinti L-szekrényes (L-dobozos) vizsgálat esetén az öntömörödő beton átfolyási képességét a

$$PL = H_2/H_1$$

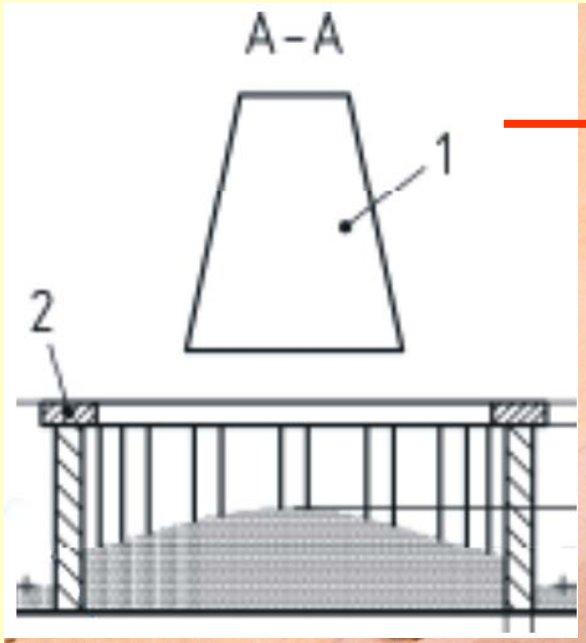
hányados fejezi ki, ahol

- H_1 **a beton magassága az L-szekrény függőleges szárában a vizsgálat előtt és**
- H_2 **a beton magassága az L-szekrény vízszintes szárának végén a vizsgálat után**

Átfolyási képesség osztályai **fékezőgyűrűs *(J-gyűrűs)* vizsgálat** szerint, MSZ EN 12350-12:2010

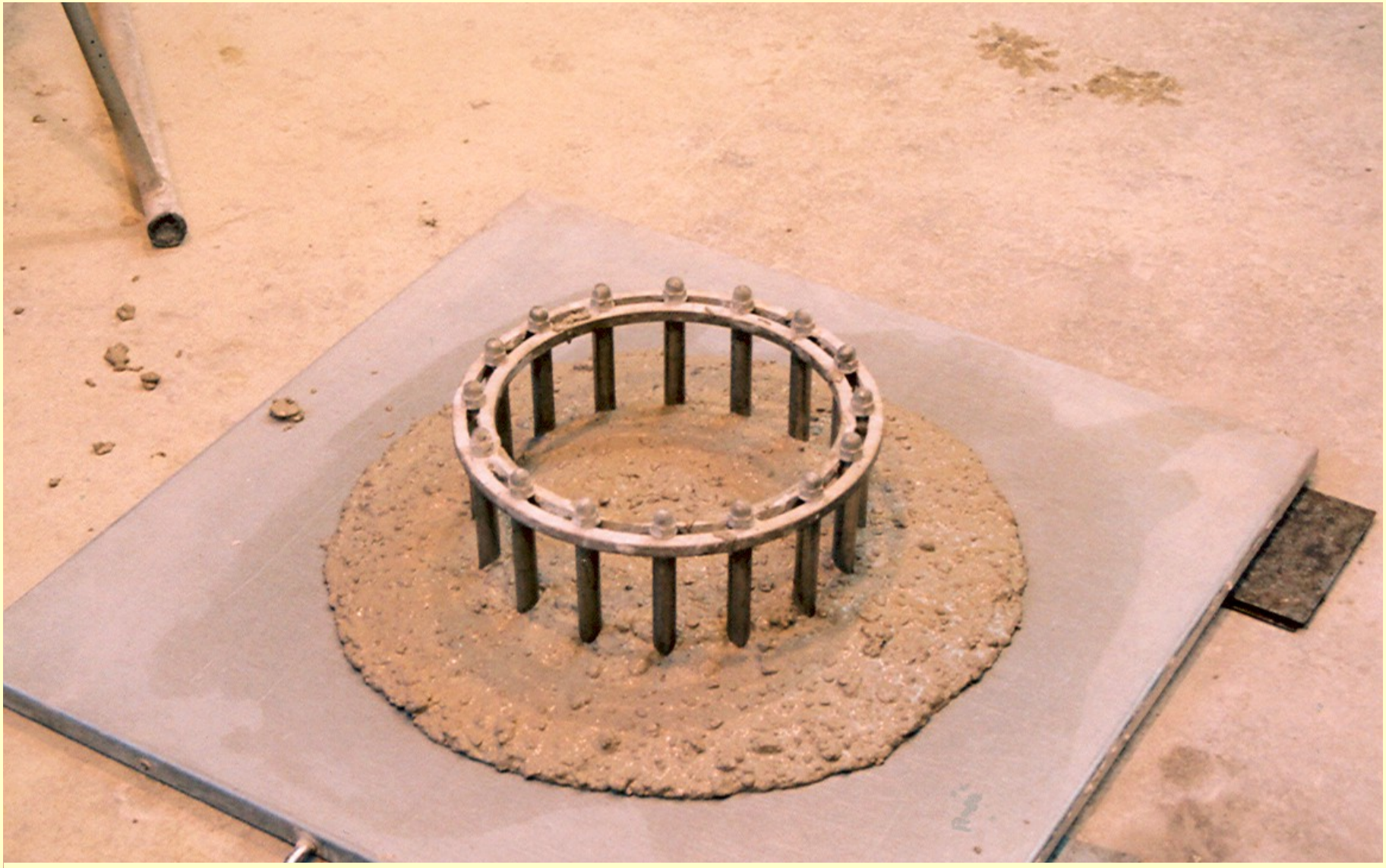
Osztály	Fékezőgyűrűs (J-gyűrűs) érték[a)] az MSZ EN 12350-12 szerint vizsgálva, mm
PJ1	≤ 10 (12 db fékező acélrúd alkalmazásával)
PJ2	≤ 10 (16 db fékező acélrúd alkalmazásával)

[a)] Az osztályba sorolás nem alkalmazható olyan betonra, amelynél az adalékanyag legnagyobb mérete 40 mm-nél nagyobb.



Az MSZ EN 1235012:2010 szabvány szerint a kúp nagyobb nyílásával lefele áll

Fékezőgyűrűs (J-gyűrűs, blokkoló gyűrűs) vizsgálat 1.
MSZ EN 12350-12:2010



Fékezőgyűrűs (J-gyűrűs, blokkoló gyűrűs) vizsgálat 2.
MSZ EN 12350-12:2010

Szétosztályozódási ellenállás osztályai szitán mérve

MSZ EN 12350-11:2010

Osztály	Szétosztályozódott hányad [a] az MSZ EN 12350-11 szerint vizsgálva tömeg%
SR1	≤ 20
SR2	≤ 15

[a] Az osztályba sorolás nem alkalmazható olyan betonra, amelynél a D_{max} nagyobb 40 mm-nél.

Szétosztályozódási ellenállás osztályai szitán mérve

MSZ EN 12350-11:2010

A vizsgálat során a legalább 300 mm méretű, 5 mm lyukbőségű szitán (120 ± 5) másodperc alatt átfolyt öntömörödő beton tömeg%-át kell meghatározni.

A „szétosztályozódott hányad” értéke:

$$SR = 100 \times M_{áth}/M_{összes}$$

ahol:

$M_{áth}$ **= szitán áthullott (átfolyt) beton tömege g-ban**

$M_{összes}$ **= szitára feladott összes beton tömege g-ban**

A BETON JELÉBEN FOGLALT KÖVETELMÉNYEK TELJESÍTÉSE

(Az az, hogyan és mint kell egy adott követelményre a beton fajtát kiválasztani, a jelölések mit takarnak.)

DR. KAUSAY TIBOR
BME Építőanyagok és Magasépítés Tanszék

CEMENTEK

Magyar Mérnöki Kamara, Tartószerkezeti Tagozat
Budapest, 2016. május 12.

AJÁNLÁS A CEMENTEK KÖRNYEZETI OSZTÁLYOK SZERINTI ALKALMAZÁSÁRA, 1. RÉSZ [1] [2] [3] [4]

A táblázatot és mellékletét, amely nem hivatalos, hanem magán vélemény, a tisztelt Olvasó saját felelősségére alkalmazhatja.

A táblázat a magyarországi cementgyártók által jelenleg (2015. április) forgalmazott cementekkel foglalkozik.

× alkalmazása ajánlott

○ alkalmazása nem ajánlott

Oszlop száma				O1.	O2.	O3.	O4.	O5.	O6.	O7.	O8.	O9.	O10.	O11.	O12.	O13.	O14.
Sor száma	Cement fajta MSZ EN 197-1 MSZ 4737-1			Környezeti osztály, MSZ 4798													
				XN(H) X0b(H) X0v(H)	XC1 XC2	XC3	XC4	XD1 XS1 XD2 XS2 XD3 XS3	XF1	XF2	XF3	XF4	XF2(H)	XF3(H)	XF4(H)	XV1(H)	XV2(H) XV3(H)
				Megjegyzés a környezeti osztályra													
	CEM		m0 m1					m10		m11		m11	m11		m11	m12	m12 m13
1.	I 32,5 N-LH	Megjegyzés a cementre	m9	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
2.	I 42,5 N		m9	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
3.	I 42,5 N-SR 0		m2 m9	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
4.	I 42,5 R		m9	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○
5.	I 52,5 N		m9	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
6.	I 52,5 N-SR 0		m2 m9	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
7.	I 52,5 R		m3 m9	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○
8.	II/A-S 42,5 N		m4 m9	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
9.	II/A-S 42,5 R		m4 m9	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○
10.	II/B-S 42,5 N		m4 m5 m9	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
11.	II/A-LL 42,5 N		m6	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
12.	II/A-LL 42,5 R		m6	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○
13.	II/B-M (S-V) 42,5 N		m4 m9	×	×	×	×	×	×	× m14	× m14	× m14	×	×	×	×	×
14.	II/B-M (S-LL) 32,5 N		m6	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×
15.	II/B-M (S-LL) 32,5 R		m6	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	○
16.	II/B-M (S-LL) 42,5 N		m6	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×
17.	II/B-M (V-LL) 32,5 N		m6	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×
18.	II/B-M (V-LL) 32,5 R		m6	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	○
19.	II/A-M (V-LL) 42,5 N		m6	×	×	×	○	×	× m14	× m14	× m14	×	×	×	×	×	
20.	III/A 32,5 N-MSR		m7 m8 m9	×	×	×	×	×	×	×	×	○ m15	×	×	×	×	×
21.	III/A 32,5 R-MSR		m7 m8 m9	×	×	×	×	×	×	×	×	○ m15	×	×	×	×	○
22.	III/B 32,5 N-SR		m7 m9	×	×	×	×	×	×	○ m15	○ m15	○ m15	×	×	×	×	×

Ez a táblázat nem azonos az MSZ 4798:2016 szabvány Q mellékletének táblázatával

AJÁNLÁS A CEMENTEK KÖRNYEZETI OSZTÁLYOK SZERINTI ALKALMAZÁSÁRA, 2. RÉSZ [1] [2] [3] [4] × alkalmazása ajánlott

A táblázatot és mellékletét, amely nem hivatalos, hanem magán vélemény, a tisztelt Olvasó saját felelősségére alkalmazhatja. ○ alkalmazása nem ajánlott

A táblázat a magyarországi cementgyártók által jelenleg (2015. április) forgalmazott cementekkel foglalkozik.

Sor száma	Cement fajta MSZ EN 197-1 MSZ 4737-1		Oszlop száma	O15.	O16.	O17.	O18.	O19.	O20.	O21.	O22.	O23.	O24.	O25.	O26.	O27.	O28.
			Környezeti osztály, MSZ 4798	XA1		XA2		XA3		XA4(H)		XA5(H)		XA6(H)		XK1(H)	XK2(H) XK3(H) XK4(H)
				Duzzadás	Oldódás	Duzzadás	Oldódás	Duzzadás	Oldódás	Duzzadás	Oldódás	Duzzadás	Oldódás	Duzzadás	Oldódás		
			Megjegyzés a környezeti osztályra														
	CEM	m0 m1		m17 m18	m16 m17	m17 m19	m16 m17	m17 m20	m16 m17	m17	m16 m17	m17	m16 m17 m21	m17	m16 m17 m21	m22	m23
1.	I 32,5 N-LH	m9	Megjegyzés a cementre	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	× m24	○
2.	I 42,5 N	m9		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×
3.	I 42,5 N-SR 0	m2 m9		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×		○
4.	I 42,5 R	m9		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	× m25	× m25
5.	I 52,5 N	m9		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	× m25	× m25
6.	I 52,5 N-SR 0	m2 m9		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○
7.	I 52,5 R	m3 m9		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	× m25	× m25
8.	II/A-S 42,5 N	m4 m9		×	×	○	×	○	○	×	×	○	○	○	○	× m24	× m24
9.	II/A-S 42,5 R	m4 m9		×	×	○	×	○	○	×	×	○	○	○	○	× m24	× m24
10.	II/B-S 42,5 N	m4 m5 m9		×	×	○	×	○	○	×	○	○	○	○	○	× m24	× m24
11.	II/A-LL 42,5 N	m6		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
12.	II/A-LL 42,5 R	m6		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
13.	II/B-M (S-V) 42,5 N	m4 m9		×	×	○	×	○	×	×	×	○	○	○	○	× m24	× m24
14.	II/B-M (S-LL) 32,5 N	m6		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
15.	II/B-M (S-LL) 32,5 R	m6		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
16.	II/B-M (S-LL) 42,5 N	m6		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	× m24	○
17.	II/B-M (V-LL) 32,5 N	m6		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
18.	II/B-M (V-LL) 32,5 R	m6		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
19.	II/A-M (V-LL) 42,5 N	m6		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	× m24	○
20.	III/A 32,5 N-MSR	m7 m8 m9		×	×	○	×	○	×	×	×	○	×	○	×	× m24	○
21.	III/A 32,5 R-MSR	m7 m8 m9		×	×	○	×	○	×	×	×	○	×	○	×	× m24	○
22.	III/B 32,5 N-SR	m7 m9		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○

Ez a táblázat nem azonos az MSZ 4798:2016 szabvány Q mellékletének táblázatával

AZ „AJÁNLÁS A CEMENTEK ALKALMAZÁSÁRA” c. táblázat elkészítéséhez felhasznált IRODALOM

[1] Cementek felhasználhatósági köre az MSZ 4798-1:2004 környezeti osztályainak megfelelően. Kutatási jelentés. Regisztrációs szám: 37783-003-ÉA/2009. BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék (Tanszékvezető *Dr. Balázs L. György* egyetemi tanár). Budapest, 2010.

[2] E DIN 1045-2:2014-08 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton. Teil 2: Beton. Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität. Anwendungsregeln zu DIN EN 206

[3] Vorschlag ÖNORM B 4710-1:2014 Beton. Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität. Teil 1: Regeln zur Umsetzung der ÖNORM EN 206 für Normal- und Schwerbeton

[4] SN EN 206-1/NE:2013 Beton. Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität. Nationale Elemente NE zur Norm SN EN 206-1:2000

Beton, betontechnológia

A BETON JELÉBEN FOGLALT KÖVETELMÉNYEK TELJESÍTÉSE

(Az az, hogyan és mint kell egy adott követelményre a beton fajtát kiválasztani, a jelölések mit takarnak.)

DR. KAUSAY TIBOR
BME Építőanyagok és Magasépítés Tanszék

KIEGÉSZÍTŐANYAGOK

Magyar Mérnöki Kamara, Tartószerkezeti Tagozat
Budapest, 2016. május 12.

Követelmények a betonba adagolható „A” típusú metakaolinra

Összetevő	Vizsgálat	Követelmény
(SiO_2 + Al_2O_3) tartalom, tömeg%	MSZ EN 196-2	> 90
Cl^- iontartalom, tömeg%	MSZ EN 480-10	< 0,1
SO_3 tartalom, tömeg%	MSZ EN 196-2	< 1,0
Szabad CaO tartalom, tömeg%	MSZ EN 451-1	< 1,0
Na_2O egyenérték	MSZ EN 196-2	Meg kell adni
MgO tartalom, tömeg%	MSZ EN 12485	< 4,0
Izzítási veszteség, tömeg%	MSZ EN 196-2	< 4,0
Metilénkék-érték, g/kg	MSZ EN 933-9	< 10
Aktivitási index, %	*Kötőanyaghabarcs és cementhabarcs nyomószilárdságának hányadosa*	≥ 110
Összes, metakaolin által megkötött kalcium-hidroxid	*NF P 18513 szabvány 1. függeléke*	> 700 (mg kalcium-hidroxid)/ (g metakaolin)
0,063 mm nyílású szitán áthullott anyag mennyisége, tömeg%	MSZ EN 933-1	≥ 90
Vízigény hányados	*Szabványos folyósságú kötőanyagpép és cementpép víztartalmának hányadosa*	> 1,15

A K-ÉRTÉK ELVE A METAKAOLINRA

- **Az MSZ EN 197-1 szerinti CEM I és CEM II cementfajtákra k=1,0 érték megengedett.**
- **A CEM I cementfajta felhasználásakor a számításba vehető legnagyobb metakaolin mennyiségnek meg kell felelnie a következő követelménynek:**

  metakaolin/cement ≤ 0,18 tömegarány.

- **A CEM II cementfajta felhasználásakor a számításba vehető legnagyobb metakaolin mennyiségnek meg kell felelnie a következő követelménynek:**

  metakaolin/cement ≤ 0,11 tömegarány.

- **Metakaolint a CEM II/A-D fajtájú szilikapor-portlandcementhez, a CEM II/A-Q fajtájú kalcinált puccolán-portlandcementhez, a CEM II/A-M fajtájú kompozit-portlandcementhez, a mérsékelten szulfátálló CEM II/A-D-MSR fajtájú szilikapor-portlandcementhez és a mérsékelten szulfátálló CEM II/A-M-MSR fajtájú kompozit-portlandcementhez nem szabad keverni.**

Követelmények a betonba adagolható természetes puccolánra (traszra)

Összetevő	*Vizsgálat*	*Követelmény*
Reakcióképes SiO_2 tartalom, tömeg%	*MSZ EN 196-2*	*≥ 25*
Cl^- iontartalom, tömeg%	MSZ EN 196-2	*≤ 0,1*
Reakcióképes CaO tartalom, tömeg%	*MSZ EN 196-2*	*≤ 5*
Izzítási veszteség, tömeg%	*MSZ EN 196-2*	*< 12,0*
SO_3 tartalom tömeg%	*MSZ EN 196-2*	*≤ 3,5*
Aktivitási index, %	*MSZ EN 450-2*	*≥ 75% (28 nap), ≥ 85% (90 nap)*
0,045 mm-es szitán áthullott anyag mennyisége, tömeg%	*MSZ EN 933-10*	*≥ 60*

A K-ÉRTÉK ELVE A TERMÉSZETES PUCCOLÁNRA (TRASZRA)

- ***Az MSZ EN 197-1 szerinti CEM I és CEM II/A cementfajtákat tartalmazó betonra k=0,4 érték megengedett.***
- ***A CEM I cementfajta felhasználásakor a számításba vehető legnagyobb természetes puccolán mennyiségnek meg kell felelnie a következő követelménynek:***

  puccolán/cement ≤ 0,33 tömegarány.

- ***A CEM II/A cementfajta felhasználásakor a számításba vehető legnagyobb puccolán mennyiségnek meg kell felelnie a következő követelménynek:***

  puccolán/cement ≤ 0,25 tömegarány.

- ***Ha nagyobb mennyiségű puccolánt használnak, akkor a többletmennyiséget nem szabad figyelembe venni a víz/(cement + k×puccolán) tényező és a legkisebb cementtartalom számításakor.***

A BETON JELÉBEN FOGLALT KÖVETELMÉNYEK TELJESÍTÉSE

(Az az, hogyan és mint kell egy adott követelményre a beton fajtát kiválasztani, a jelölések mit takarnak.)

DR. KAUSAY TIBOR
BME Építőanyagok és Magasépítés Tanszék

TERVEZÉSI ÉLETTARTAM

Magyar Mérnöki Kamara, Tartószerkezeti Tagozat
Budapest, 2016. május 12.

Egyszerű példa a beton jelére

Nyomó-szilárd-sági osztály	Kör-nyezeti osztály	Leg-nagyobb szem-nagyság, mm	Konzisz-tencia	Tervezési élet-tartam	Szabvány száma
C30/37 –	XC3 –	24 –	F3	– 100 év –	MSZ 4798:2016

MAGYAR SZABVÁNY MSZ EN 1990

Eurocode: A tartószerkezetek tervezésének alapjai

2.3. Tervezési élettartam

(1) A tervezési élettartamot általában elő kell írni.

MEGJEGYZÉS: A 2.1. táblázatban egy javasolt osztályozás található. A 2.1. táblázatban megadott értékek az időtől függő mennyiségek (például fáradással kapcsolatos számítások) meghatározásához is alkalmazhatók. Lásd az A mellékletet is.

2.1. táblázat: Tervezési élettartamok

Osztály	Előírt tervezési élettartam (év)	Példák
1.	10	Ideiglenes tartószerkezetek (1)
2.	10–25	Cserélhető tartószerkezeti részek, például darupályatartók, saruk
3.	15–30	Mezőgazdasági és hasonló tartószerkezetek
4.	50	Épületek tartószerkezetei és egyéb szokásos tartószerkezetek
5.	100	Monumentális épületek tartószerkezetei, hidak és más építőmérnöki szerkezetek

(1) Az olyan tartószerkezeteket vagy azok részeit, melyek újrafelhasználás céljából szétszerelhetők, nem kell ideiglenes szerkezetnek tekinteni.

2011. december

MAGYAR SZABVÁNY MSZ EN 1990

Eurocode: A tartószerkezetek tervezésének el

2.3. Tervezési élettartam

(1) A tervezési élettartamot általában elő

MEGJEGYZÉS: A 2.1. táblá

(például fáradás

egek

MSZ EN 206:2014

Értelmezésünk szerint a tervezési élettartam követelmény (előírás), míg a használati élettartam tényleges, tapasztalati érték.

Ha a beton használati élettartama eléri a tervezési élettartamot, akkor a beton „tartós beton”.

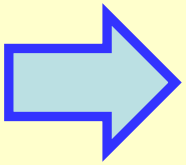
A tervezési élettartamot (nem csak a tartószerkezetek készítéséhez használt betonok, hanem valamennyi e szabvány szerinti beton esetén is) – ha az nem 50 év – külön is fel kell tüntetni a beton jelében.

		hasonló tartószerkezetek
		épületek tartószerkezetei és egyéb szokásos tartószerkezetek
	100	Monumentális épületek tartószerkezetei, hidak és más építőmérnöki szerkezetek

(1) Az olyan tartószerkezeteket vagy azok részeit, melyek újrafelhasználás céljából szétszerelhetők, nem kell ideiglenes szerkezetnek tekinteni.

F melléklet (8) bekezdés:

A 100 év tervezési élettartamú, legalább C20/25 nyomószilárdsági osztályú betonok nyomószilárdsági osztályát a P melléklet szerint, a 100 év tervezési élettartamú betonokra előírtak szerint kell (kellene) meghatározni.



P melléklet (tájékoztatás)
Nyomószilárdság értékelése
50% elfogadási valószínűség mellett

A BETON JELÉBEN FOGLALT KÖVETELMÉNYEK TELJESÍTÉSE

(Az az, hogyan és mint kell egy adott követelményre a beton fajtát kiválasztani, a jelölések mit takarnak.)

DR. KAUSAY TIBOR
BME Építőanyagok és Magasépítés Tanszék

ADALÉKANYAG NÉHÁNY TULAJDONSÁGA

(bár a beton jelében nem minden esetben szerepel)

Magyar Mérnöki Kamara, Tartószerkezeti Tagozat
Budapest, 2016. május 12.

KŐZETFIZIKAI TULAJDONSÁGOK ALTERNATÍV VIZSGÁLATA

A transzportbeton jelében nem kell feltüntetni.

2010. augusztus

MAGYAR SZABVÁNY MSZ EN 1097-2

Kőanyaghalmazok mechanikai és fizikai tulajdonságainak vizsgálata

Los Angeles vizsgálat

2. rész: Az aprózódással szembeni ellenállás meghatározása

Sieve the laboratory sample using the 10 mm, 11,2 mm (or 12,5 mm) and 14 mm test sieves to give separate fractions in the ranges 10 mm to 11,2 mm (or 12,5 mm) and 11,2 mm (or 12,5 mm) to 14 mm. Wash each fraction separately, in accordance with EN 933-1, and dry them to constant mass.

2012. március

MAGYAR SZABVÁNY MSZ EN 1097-1

Kőanyaghalmazok mechanikai és fizikai tulajdonságainak vizsgálata

1. rész: A kopásállóság vizsgálata (mikro-Deval)

6 Preparation of the test specimens

The mass of the sample sent to the laboratory shall have at least 2 kg of particles in the 10 mm to 14 mm size range.

2010. január

MAGYAR SZABVÁNY MSZ EN 1367-2

Kőanyaghalmazok termikus tulajdonságainak és időjárás-állóságának vizsgálati módszerei

2. rész: Magnézium-szulfátos eljárás

4 Principle

Two test specimens of aggregate in the size range 10 mm to 14 mm are subjected to five cycles of immersion in a saturated solution of magnesium sulfate, followed by oven drying at (110 ± 5) °C. This subjects the test specimens of aggregate to the disruptive effects of the repeated crystallization and rehydration of magnesium sulfate within the pores of the aggregate. The degradation arising from the disruptive effects is measured by the extent to which material finer than 10 mm in particle size is produced.

Az MSZ 4798:2016 szabvány szerint nem csak a zúzottkövek, hanem a kavicsok kőzetfizikai vizsgálatát el kell végezni.

A kőzetfizikai tulajdonságok *referencia* és *alternatív* és vizsgálati módszere között az a különbség, hogy a referencia vizsgálat esetén a vizsgálati minta szemnagysága az európai vizsgálati szabványok szerint 10 – 14 mm, az alternatív vizsgálat esetén pedig a hazai zúzottkő vagy zúzottkavics termék (frakció) szemnagysága.

Az *alternatív vizsgálat* alkalmazására azért van szükség, hogy a vevőnek módja legyen a kőzetfizikai tulajdonságot a leszállított termékből vett mintán ellenőrizni.

Ugyanis a kőzetfizikai tulajdonságok meghatározásához az európai szabványok szerinti referencia vizsgálatok során szükséges 10-14 mm szemnagysághatárú vizsgálati mintát a zúzottkő termékből – a Z 0/22, Z 0/32, Z 0/45, Z 0/80 és Z 4/22 termékosztályú frakciók kivételével – és a zúzottkavics termékből – a ZK 8/16 frakció kivételével – *törés vagy idegen szemekkel való keverés nélkül* nem lehet előállítani.

Az MSZ EN 1097-1, MSZ EN 1097-2 és MSZ EN 1367-2 európai vizsgálati szabvány 10-14 mm szemnagyság-határú vizsgálati minták referencia vizsgálatát írja elő, de ezek az európai vizsgálati szabványok bizonyos, ettől eltérő alternatív vizsgálati szemnagysághatárok alkalmazását is megengedik.

Ha a vizsgálati anyag, illetve a vizsgálandó termék szemnagysága kívül esik az európai vizsgálati szabványokban szereplő 10-14 mm-es vizsgálati „referencia minta" szemnagyság-határokon, akkor a 10-14 mm szemnagyságú vizsgálati mintát a laboratóriumi mintából csak töréssel és/vagy osztályozással lehet előállítani, ha a laboratóriumi minta szemnagysága lehetővé teszi, de ennek módjáról ezek az európai szabványok nem rendelkeznek.

Idegen szemek hozzákeverése eleve megengedhetetlen.

Az MSZ 4798:2016 betonszabvány, az új ÚT 2-3.601-2:2009 betonadalékanyag és az új ÚT 2-3.601-3:2009 kötőanyag nélküli, illetve hidraulikusan kötött zúzottkő útügyi műszaki előírás felfogásában, ha a referencia vizsgálati minta előállítása laboratóriumi töréssel nem lehetséges, vagy a szemek struktúrájának megbontása miatt nem célszerű (tehát magát az eredeti terméket kívánjuk vizsgálni), akkor a kőzetfizikai vizsgálatokat megegyezés szerint alternatív vizsgálatként szabad, *sőt kell* elvégezni.

A ma érvényes (módosított) MSZ EN 1097-1 (mikro-Deval), MSZ EN 1097-2 (Los Angeles) és MSZ EN 1367-2 (magnéziumszulfátos kristályosítás) *európai vizsgálati szabványok az alternatív vizsgálat végzését meg is engedik.*

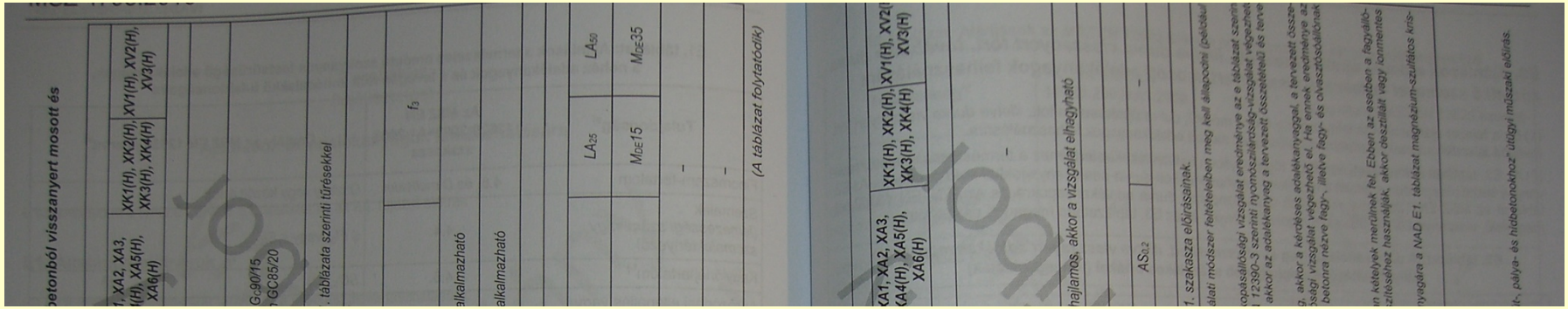
Lásd még: http://www.betonopus.hu/notesz/eloadas-vetitessel/2008-kozetfizika.pdf

ÚJRAHASZNOSÍTOTT ADALÉKANYAG

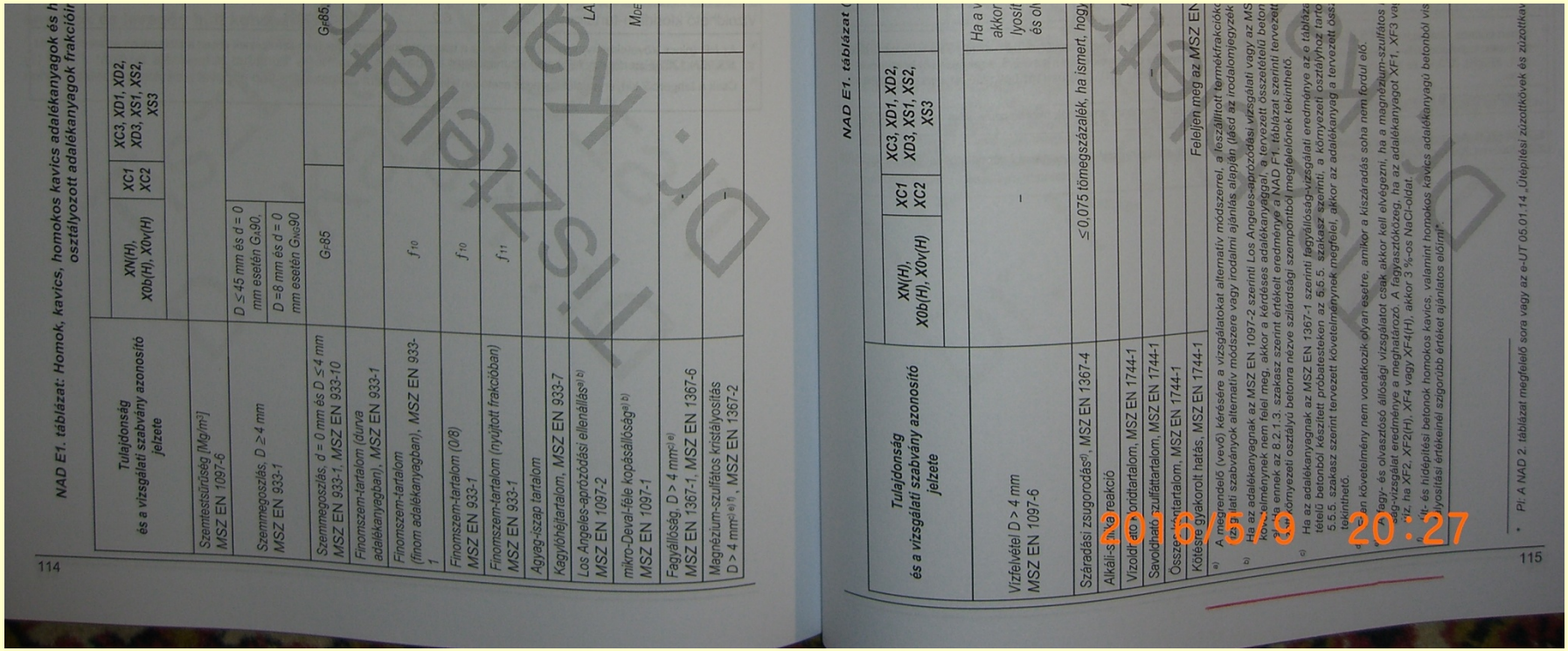
A beton jelében a környezeti osztály jele előtt fel kell tüntetni, ha a beton újrahasznosított adalékanyagot tartalmaz.

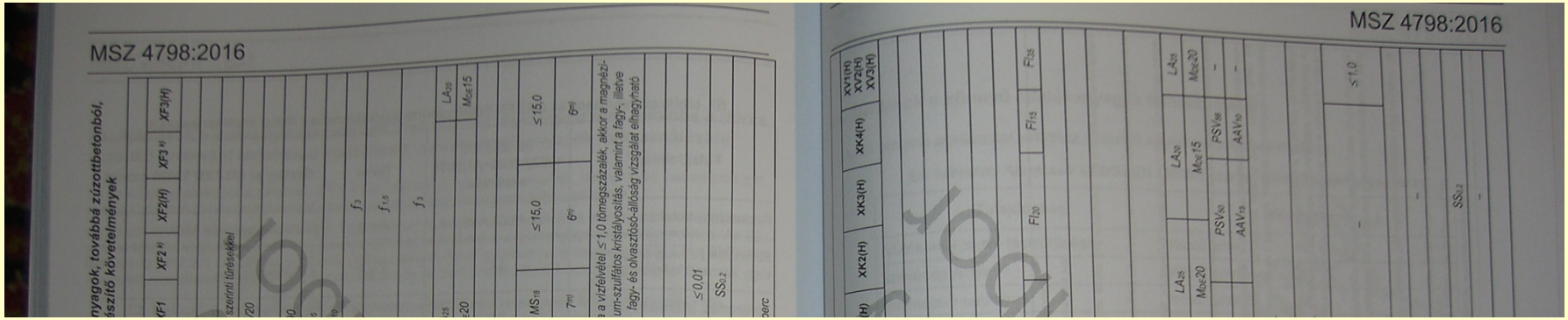
Lásd még például:

http://www.betonopus.hu/notesz/eloadas-vetitessel/2016-szte-ujrahasznositott.pdf



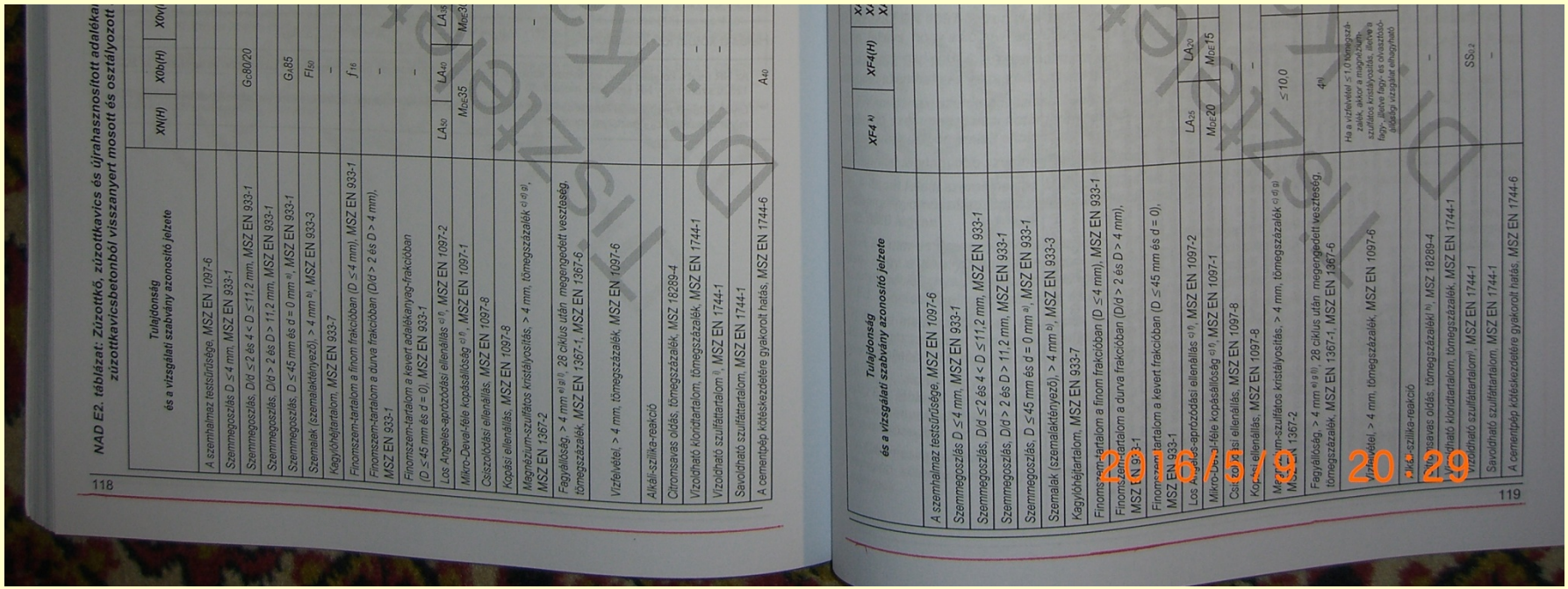
MSZ 4798:2016 szabvány NAD E1. táblázat: Homok, kavics, homokos kavics adalékanyag és homokos kavics adalékanyagú betonból visszanyert mosott és osztályozott adalékanyag frakciókra vonatkozó követelmények
(E szabvány szerint ez a táblázat előírás)





MSZ 4798:2016 szabvány NAD E2. táblázat: Zúzottkő, zúzottkavics és újrahasznosított adalékanyag, valamint visszanyert tört adalékanyag, továbbá zúzottkőbetonból, zúzottkavicsbetonból visszanyert mosott és osztályozott adalékanyag frakciókra vonatkozó követelmények

(E szabvány szerint ez a táblázat előírás)



20 6/5/19 20:29

Köszönöm a szíves figyelmüket…

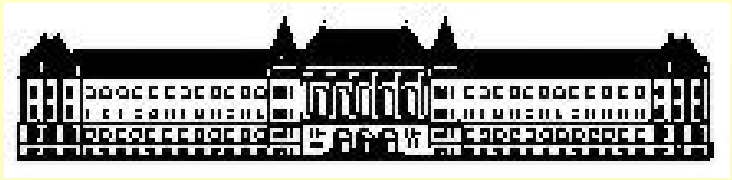
Beton, betontechnológia

A BETONSZILÁRDSÁG VIZSGÁLATA

A VIZSGÁLATI EREDMÉNYEK ÉRTÉKELÉSE

DR. KAUSAY TIBOR

BME Építőanyagok és Magasépítés Tanszék



Győr-Moson-Sopron Megyei Mérnöki Kamara

Győr, 2016. november 15.

ÖSSZEFOGLALÁS

Valamely adott f_{cm} átlagos nyomószilárdságú beton f_{ck} nyomószilárdsági osztálya az MSZ EN 206 európai betonszabvány nyomószilárdsági megfelelőségi feltétel alapján értékelve nagy valószínűséggel legalább eggyel nagyobbra adódik, mint a 2004 előtti ugyanolyan összetételű, de, annak idején az MSZ 4719:1982 („Betonok”) vagy MSZ-07-3212-3:1981 („Beton pályaburkolatok”) szabvány szerint (vagy a mai MSZ EN 1990:2011 Eurocode szerinti) értékelt beton nyomószilárdsági osztálya.

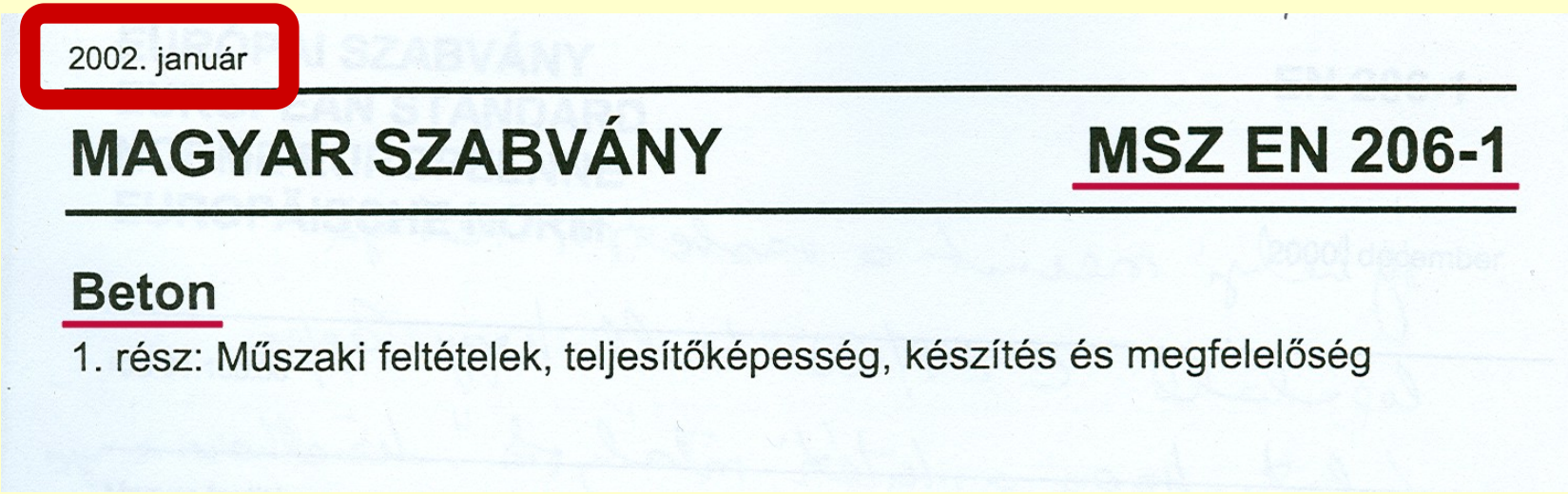
Ez azt jelenti, hogy ma az MSZ EN 206 szabvány alapján épülő betonszerkezetek vagy az MSZ EN 13877-2 szabvány alapján épülő pályaburkolatok betonjának átlagos nyomószilárdsága (f_{cm}) kisebb, összetétele minden bizonnyal gyengébb, kevésbé tartós, mint az *ugyanolyan nyomószilárdsági osztályú (jelű)* betonból 2004 előtt épült betonszerkezetek és pályaburkolatok betonja volt.

E kockázatokat magában hordozó gyakorlat visszaszorítására az új magyar MSZ 4798:2016 betonszabvány lehetőséget ad.

Előadásom célja:

- **e körülmény széles körű tudatosítása;**
- **az MSZ 4798:2016 szabvány alternatív szilárdság értékelési módszerei alkalmazásának szorgalmazása betonjaink 2004 előtti, nagyobb biztonságot adó szilárdsági tulajdonságaihoz való visszatérés érdekében, különösképpen a közpénzből megvalósuló beruházások területén.**

BEVEZETÉS


2002. január

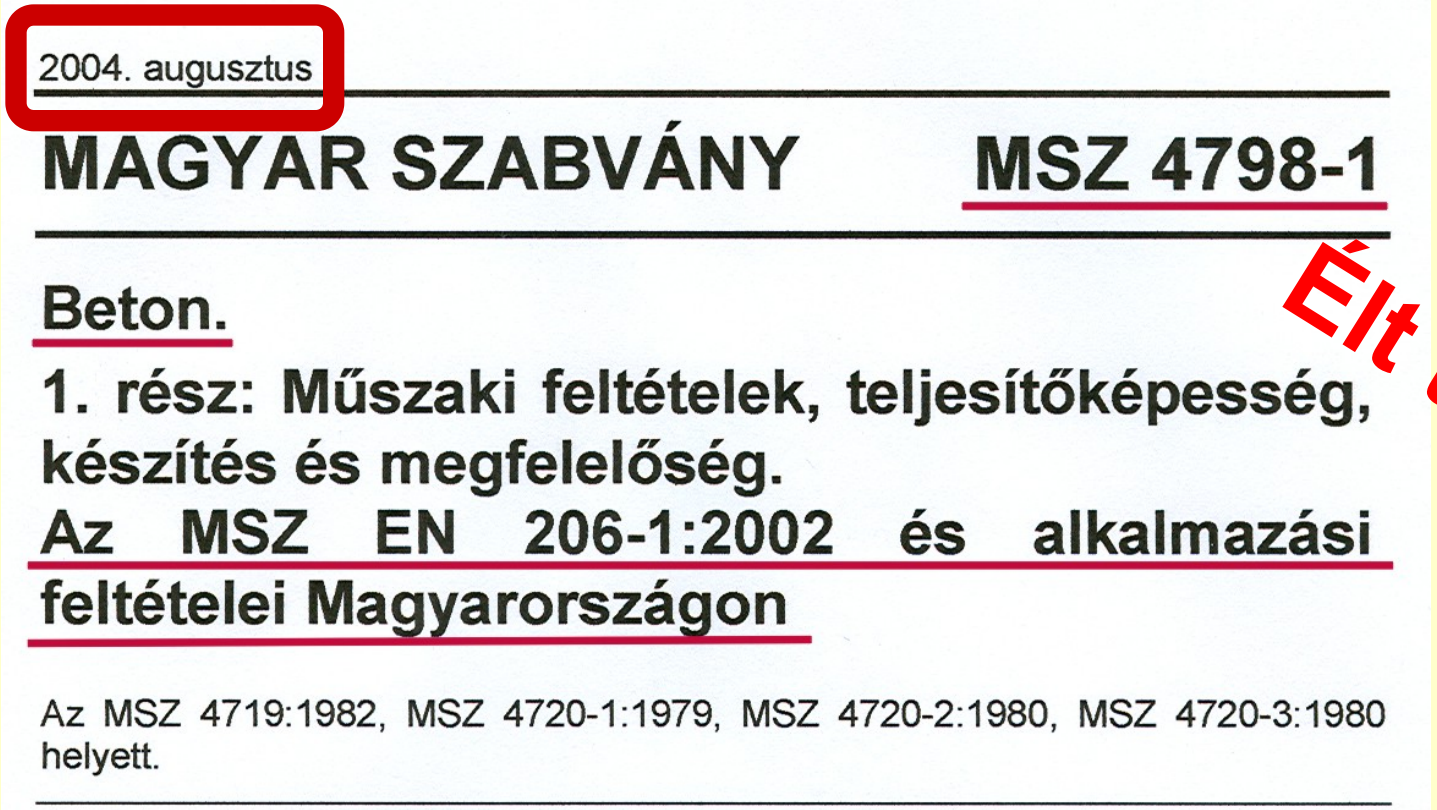
MAGYAR SZABVÁNY MSZ EN 206-1

Beton

1. rész: Műszaki feltételek, teljesítőképesség, készítés és megfelelőség

Az MSZ EN 206-1:2002 forrás szabványát,
az EN 206-1:2000 szabványt a CEN 2013-ban visszavonta,
és annak átdolgozott változatát EN 206:2013 számon kiadta.

Ennek folyományaként az MSZT
az MSZ EN 206-1:2002 szabványt
2014. július 1-jén visszavonta, és ezzel
annak magyar nemzeti alkalmazási dokumentuma (NAD),
az MSZ 4798-1:2004 szabvány elvesztette a hátterét.



2004. augusztus

MAGYAR SZABVÁNY **MSZ 4798-1**

Beton.

1. rész: Műszaki feltételek, teljesítőképesség, készítés és megfelelőség.

Az MSZ EN 206-1:2002 és alkalmazási feltételei Magyarországon

Az MSZ 4719:1982, MSZ 4720-1:1979, MSZ 4720-2:1980, MSZ 4720-3:1980 helyett.

Élt tíz évet

Az MSZ 4798-1:2004 szabványt
2014. október 1-jén visszavonták,
de az új nemzeti szabvány megjelenéséig,
2016. április 1-jéig
a szerződő felek kölcsönös megegyezéssel alkalmazhatták.

2014. július

MAGYAR SZABVÁNY MSZ EN 206

Beton. Műszaki feltételek, teljesítőképesség, készítés és megfelelőség

Az MSZ EN 206-1:2002, az MSZ EN 206-1:2000/A1:2004, az MSZ EN 206-1:2000/A2:2005 és az MSZ EN 206-9:2010 helyett.

Concrete. Specification, performance, production and conformity

Az új MSZ EN 206:2014 szabványt (angol nyelven) 2014. július 1-jén vezették be Magyarországon

Az új MSZ 4798:2016 nemzeti betonszabvány kidolgozását a beton- és cementgyártók munkaközössége 2013 decemberében megkezdte, és a kidolgozott anyagot a Magyar Szabványügyi Testületnek 2014. április végén leadta.

A Magyar Szabványügyi Testület MSZT/MB 107 „Beton és előre gyártott beton termékek” című szabványosító bizottsága (elnök: *Dr. Balázs L. György* tanszékvezető, egy. tanár) a szabvány vitáját 2014. június 24-én megkezdte.

52 vitaülés és több szűkebb körű egyeztető megbeszélés után a szabvány végleges szövege 2016. február 17-én elkészült.

2016. április

MAGYAR SZABVÁNY

MSZ 4798

Beton. Műszaki követelmények, tulajdonságok, készítés és megfelelőség, valamint az EN 206 alkalmazási feltételei Magyarországon

ICS 91.100.30

Hivatkozási szám: MSZ 4798:2016

© MAGYAR SZABVÁNYÜGYI TESTÜLET

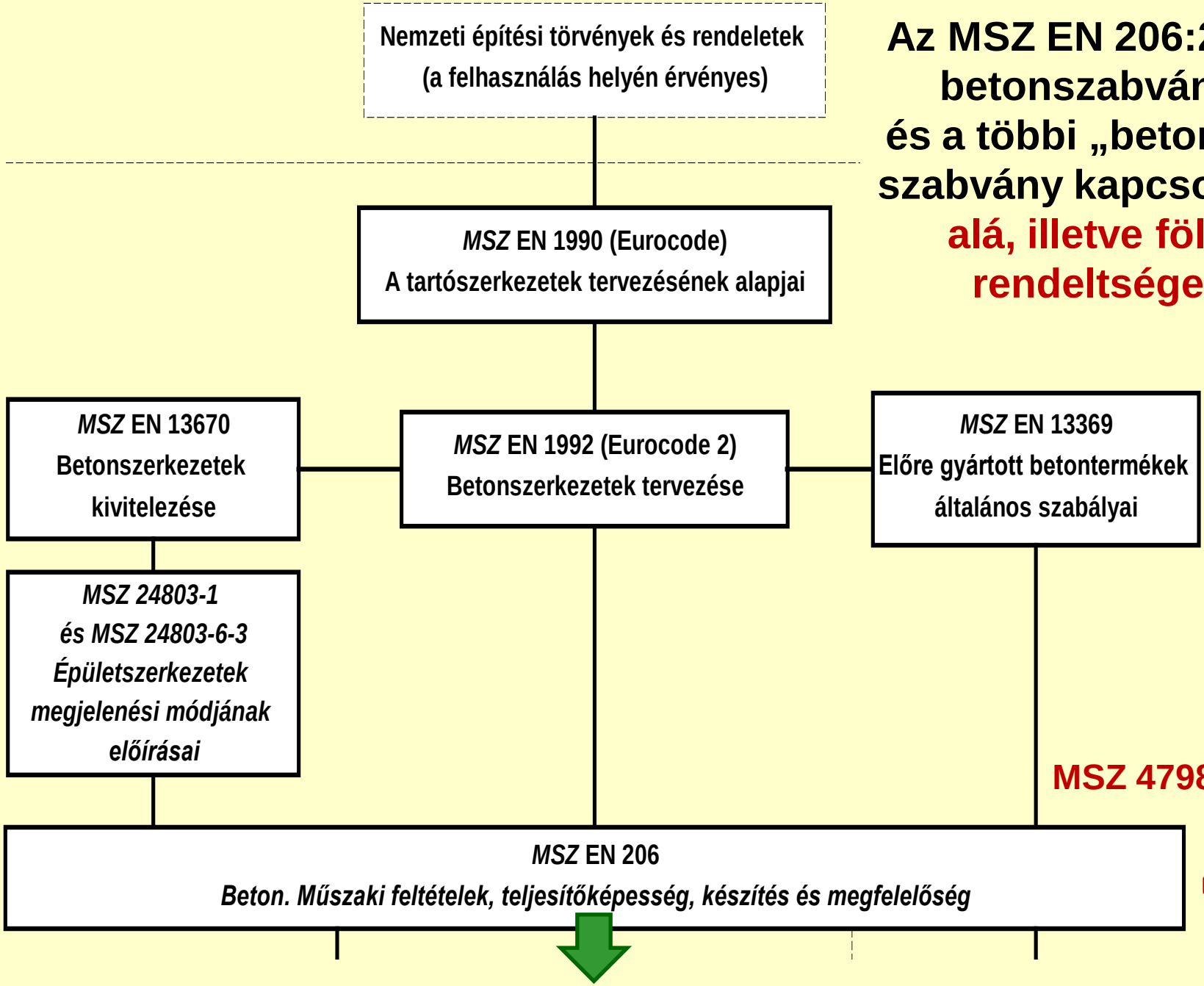
(172 oldal)

A szabvány a betonra mint termékre vonatkozik, és nem vonatkozik a szerkezetbe beépített betonra.

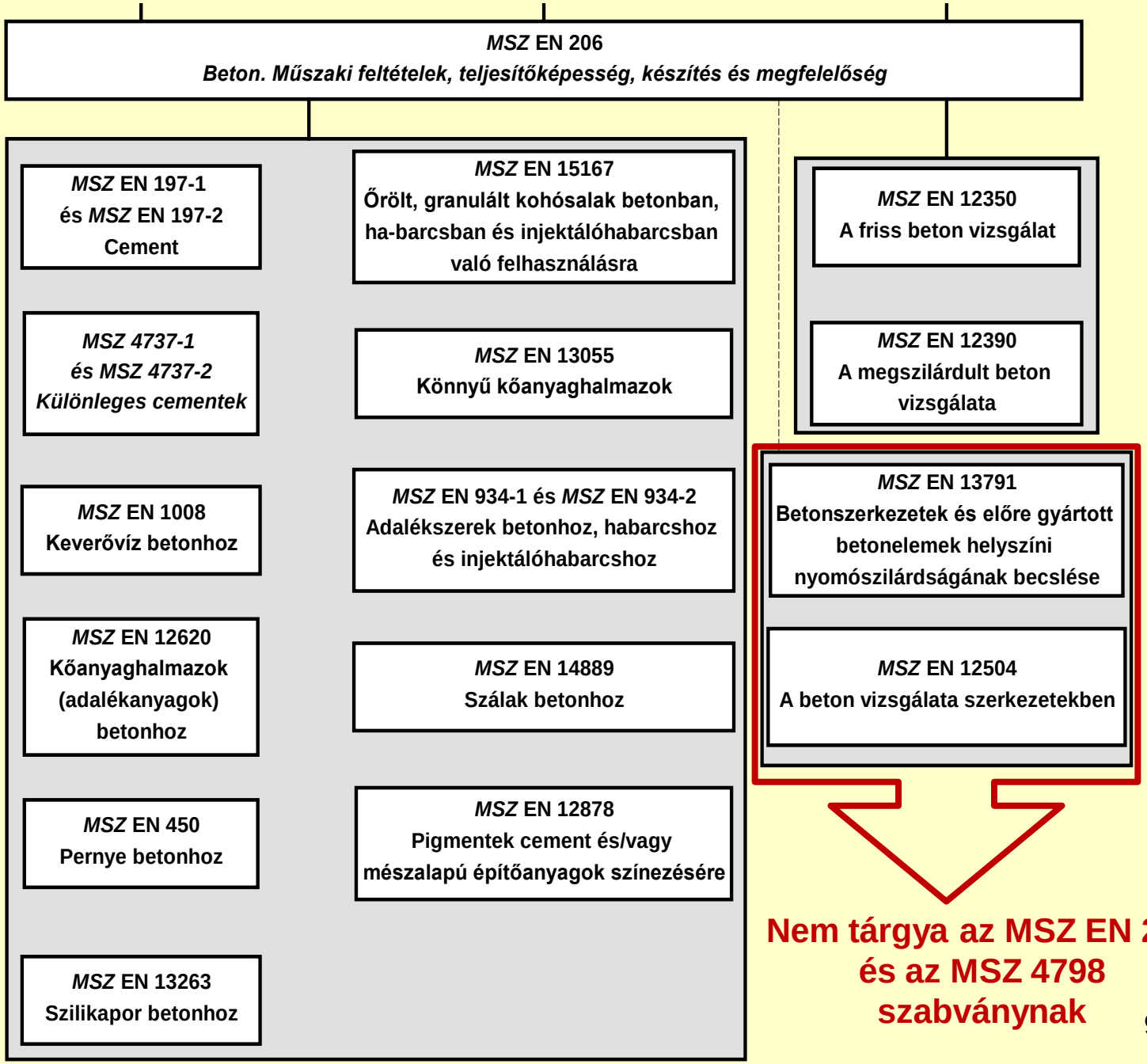
(9) Ez a szabvány az út- és térburkolatok betonjára csak akkor vonatkozik, ha az érvényben lévő útügyi műszaki előírás erre a szabványra hivatkozik.

(10) E szabvány az előregyártott beton-, és vasbeton elemek betonjára csak akkor vonatkozik, ha az érvényben lévő termék-, és tervezési szabványok erre a szabványra hivatkoznak. Az előre gyártott termékek, szerkezetek és az előre gyártott szerkezeti elemek a vonatkozó termékszabványok követelményeinek feleljenek meg.

Az MSZ EN 206:2014 betonszabvány és a többi „betonos” szabvány kapcsolata, alá, illetve fölé rendeltsége



Az MSZ EN 206:2014 betonszabvány és a többi „betonos” szabvány kapcsolata (az előző ábra folytatása)



Az Európai Parlament és az EU Tanácsa építési termékek forgalmazására vonatkozó harmonizált feltételek megállapításáról szóló 2011. március 9-i 305/2011/EU rendeletének I. melléklete szerint

az építménynek mind egészükben, mind különálló részeikben meg kell felelniük a rendeltetés szerinti használhatóság következő alapvető követelményeinek:

1. **Mechanikai szilárdság és állékonyság;**
2. **Tűzbiztonság;**
3. **Higiénia, az egészség- és a környezetvédelem;**
4. **Biztonságos használat és akadálymentesség;**
5. **Zajvédelem;**
6. **Energiatakarékosság és hővédelem;**
7. **Természeti erőforrások fenntartható használata.**

Az építményekre vonatkozó alapvető követelményeket az építési termékek forgalmazására vonatkozó harmonizált feltételek megállapításáról szóló 305/2011/EU rendelet (CPR = Construction Products Regulation = Építési termék rendelet) I. melléklete részletezi, a szilárdságra nézve így:

„1. Mechanikai szilárdság és állékonyság

Az építményeket úgy kell tervezni és megvalósítani, hogy a megvalósítás és a használat során várhatóan fellépő terhek ne eredményezzék a következő jelenségek egyikét sem:

a) az egész építménynek vagy az építmény egy részének összeomlása;

b) megengedhetetlen mértékű, jelentős alakváltozás;

c) az építmény más részeinek, illetve szerelvényeinek vagy beépített berendezéseinek károsodása az épület teherhordó szerkezetének jelentős alakváltozása miatt;

d) a kiváltó okhoz képest túlzott mértékű károsodás.”

Az országos településrendezési és építési követelményekről (OTÉK) szóló 253/1997. (XII. 20.) Korm. rendelet IV. Fejezete 50. § (3) bekezdése szerint

„Az építménynek meg kell felelnie a rendeltetési célja szerint

***a)* az állékonyság és a mechanikai szilárdság,**

***b)* a tűzbiztonság,**

***c)* a higiénia, az egészség- és a környezetvédelem,**

***d)* a biztonságos használat és akadálymentesség,**

***e)* a zaj és rezgés elleni védelem,**

***f)* az energiatakarékosság és hővédelem,**

***g)* az élet- és vagyonvédelem, valamint**

***h)* a természeti erőforrások fenntartható használata alapvető követelményeinek, és a tervezési programban részletezett előírásoknak."**

Az MSZ EN 1990:2011 „Eurocode: A tartószerkezetek tervezésének alapjai” című szabvány előszava szerint az Eurocode-okat az EU és az EFTA (Európai Szabadkereskedelmi Társulás) tagállamainak egyetértésével az „épületek és más építőmérnöki szerkezetek esetén a 89/106/EEC irányelv (ma 305/2011/EU rendelet) szerinti alapvető követelmények – különösen az

1. számú alapvető követelmény: Mechanikai szilárdság és stabilitás, és a

2. számú alapvető követelmény : Tűzhatással szembeni biztonság

– teljesülésének igazolására” alkalmazzák.

Az Eurocode-ok az építményekről és az azokkal kapcsolatos építőmérnöki szolgáltatásokról szóló megállapodások alapját képező dokumentumok.

Az Eurocode-ok az építési termékekre vonatkozó harmonizált műszaki előírások (EN-ek és ETA-k Európai Műszaki Értékelések, 2013 előtt Európai Műszaki Engedélyek) kidolgozásának keretdokumentumai.

„… az Eurocode-okkal kapcsolatos munka során felmerülő műszaki szempontokat a CEN műszaki bizottságainak és/vagy az EOTA (Műszaki Engedélyeket, ma Európai Műszaki Értékeléseket Jóváhagyó Európai Szervezet) termékszabványok kidolgozásával foglalkozó munkacsoportjainak megfelelő módon figyelembe kell venniük annak érdekében, hogy ezek a műszaki előírások (EN-ek és ETA-k) teljes mértékben összhangban legyenek az Eurocode-okkal.”

Ez nyilvánvalóan kimondatlanul is vonatkozik a nemzeti szabványosítási műszaki bizottságok munkájára, illetve a nemzeti szabványokra, nemzeti alkalmazási dokumentumokra is; tehát, hogy a nemzeti szabványok, NAD-ok összhangban kell legyenek az Eurocode-okkal.

Az MSZ EN 1990:2011 Eurocode szabvány 2.1. szakasza szerint alapvető követelmény:

(1)P A tartószerkezeteket úgy kell megtervezni és megvalósítani, hogy az előirányzott élettartamuk során kellő megbízhatósággal és gazdaságosan

- viseljék a kivitelezés és a használat során várhatóan fellépő összes hatást, és legyenek alkalmasak az előirányzott használatra ► tervezési élettartam.

(2)P A tartószerkezeteket úgy kell továbbá megtervezni, hogy azok

- teherbírása ► nyomószilárdsági osztály,

- használhatósága és

- tartóssága ► környezeti osztály

megfelelő legyen.

(6) Az alapvető követelményeket általában

- **az anyagok alkalmas megválasztásával,**
- **megfelelő tervezéssel és szerkesztési szabályok alkalmazásával,**
- **a tervezés, a gyártás, a kivitelezés és a használat során az adott építési feladat szempontjainak figyelembevételével előírt ellenőrzési eljárások alkalmazásával**

kell kielégíteni.

Beton, betontechnológia

A BETONSZILÁRDSÁG VIZSGÁLATA

A VIZSGÁLATI EREDMÉNYEK ÉRTÉKELÉSE

DR. KAUSAY TIBOR
BME Építőanyagok és Magasépítés Tanszék

A BETON JELE

C35/45 – AC_{50}(H) – XC4 – XD2 – XA5(H) – XV2(H) – 32 – F4 – CEM I 42,5 N – SR 0 – Metakaolin – 100 év – MSZ 4798

Győr-Moson-Sopron Megyei Mérnöki Kamara
Győr, 2016. november 15.

C35/45 – AC_{50}(H) – XC4 – XD2 – XA5(H) – XV2(H) – 32 – F4 – CEM I 42,5 N – SR 0 – Metakaolin – 100 év – MSZ 4798

C35/45 – AC_{50}(H) – beton nyomószilárdsági osztályának jele ◄;

C25/30$_{56\ napos}$ – ha a beton a nyomószilárdsági osztály meghatározásakor nem 28 napos

LC35/38 – könnyűbeton nyomószilárdsági osztályának jele;

D1,8 – könnyűbeton testsűrűségi osztályának jele;

bazalt zúzottkő – adalékanyag megnevezése, ha nem homokos kavics;

XC4 – XD2 – XA5(H) – XV2(H) – környezeti osztályok jele ◄;

32 – adalékanyag legnagyobb szemnagysága, mm ◄;

F4 – friss beton konzisztencia osztályának jele ◄;

Cl0,10 – cementtartalomra vonatkozó megengedett kloridtartalmat, ha nem 0,20 tömeg%, például feszített vasbeton szerkezet betonja esetén;

CEM I 42,5 N – SR 0 – cement jele, ha a tervező előírja ◄;

Metakaolin – kiegészítőanyag megnevezése, ha a tervező előírja ◄;

100 év – tervezési élettartam, ha nem 50 év ◄;

MSZ 4798 szabvány jele

Megadható az adalékanyag szemmegoszlási görbéjének jele és finomsági modulusa is.

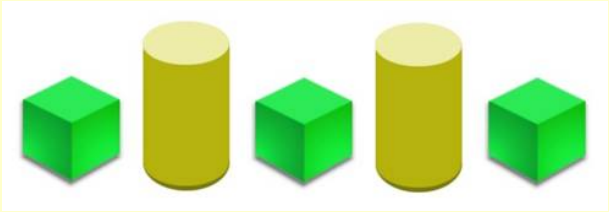
Beton, betontechnológia

A BETONSZILÁRDSÁG VIZSGÁLATA

A VIZSGÁLATI EREDMÉNYEK ÉRTÉKELÉSE

DR. KAUSAY TIBOR
BME Építőanyagok és Magasépítés Tanszék

NYOMÓSZILÁRDSÁGI OSZTÁLY



Győr-Moson-Sopron Megyei Mérnöki Kamara
Győr, 2016. november 15.

Egyszerű példa a beton jelére

Nyomó-szilárd-sági osztály	Kör-nyezeti osztály	Leg-nagyobb szem-nagyság, mm	Konzisz-tencia	Tervezési élet-tartam	Szabvány száma
C30/37 AC_{50}(H)	– XC3	– 24	– F3	– 100 év	– MSZ 4798

C30/37 ⇒ C $f_{ck,cyl}$ / $f_{ck,cube}$

$f_{ck,cyl}$ a 28 napos korú, sablonban készített, végig víz alatt tárolt Ø150×300 mm méretű próbahengerek nyomószilárdságának előírt jellemző (karakterisztikus) értéke, N/mm²

$f_{ck,cube}$ a 28 napos korú, sablonban készített, végig víz alatt tárolt 150 mm élhosszúságú próbakockák nyomószilárdságának előírt jellemző (karakterisztikus) értéke, N/mm²

A nyomószilárdsági osztály – és a nyomószilárdság előírt karakterisztikus (jellemző) értéke is – a még be nem épített betonból vett, sablonban készített, általában 28 napos, esetleg előzetes írásbeli megállapodás (az építmény megvalósítási szerződésében, a betontechnológiai utasításban, és a beton szállítólevelén) esetén 42 napos (pl. útépítési beton) vagy 56 napos korú (pl. tömegbeton) esetleg legfeljebb 90 napos korú (pl. nagyon lassú szilárdulású beton), végig víz alatt tárolt próbatesten mért nyomószilárdságra vonatkozik.

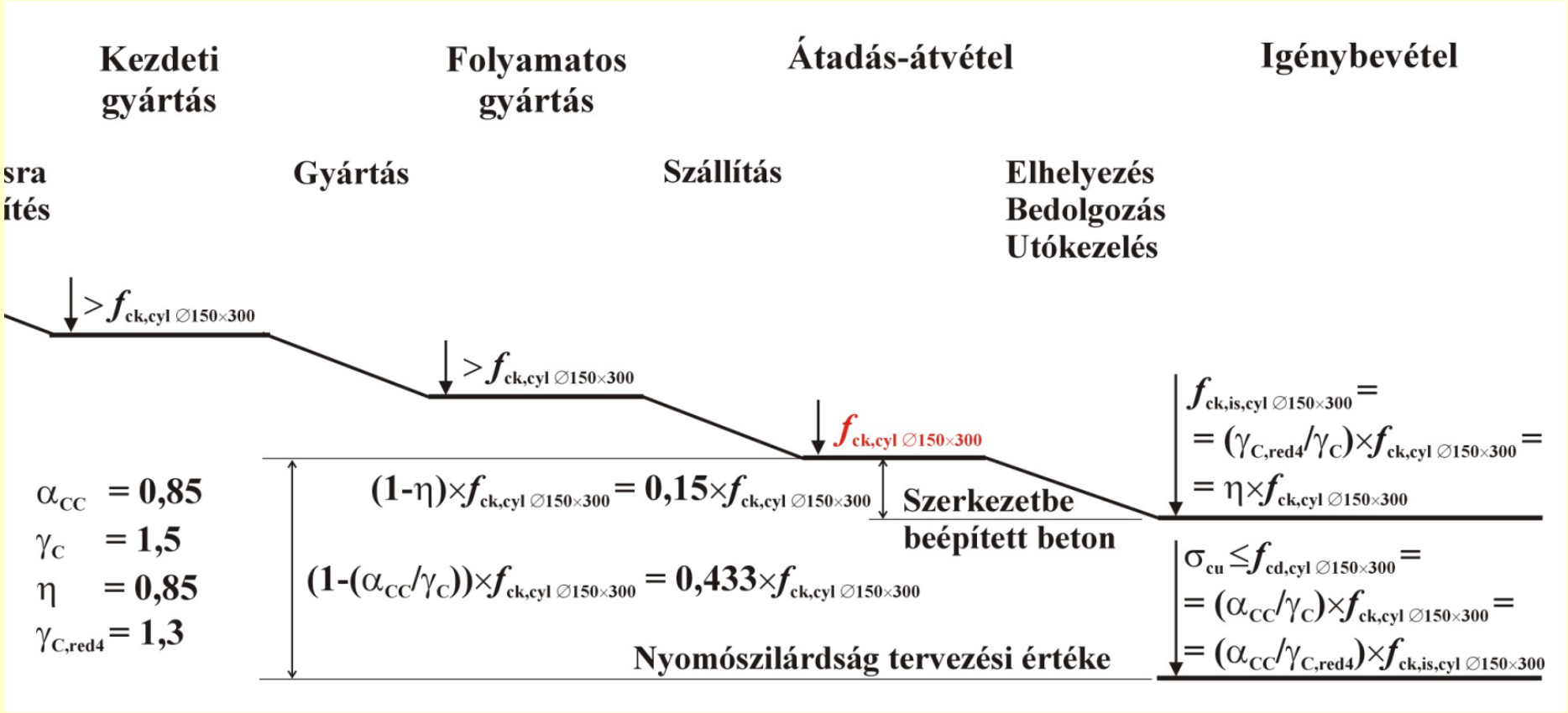
Ha a nyomószilárdsági osztállyal a 28 napostól eltérő korú beton nyomószilárdságát jellemzik, akkor ezt a beton jelében is fel kell tüntetni.

A mai útépítési előírásokban már nem szerepel.

Ebből az is következik, hogy

- **a 28 napos – esetleg ritkán legfeljebb 90 napos – kor után a megépült szerkezetből kifúrt magminták segítségével, vagy roncsolásmentes nyomószilárdság vizsgálatok eredményeiből**
  - **a) a beton nyomószilárdsági osztálya nem határozható meg,**
  - **b) és csak az adott korú beton $f_{ck,is,Ø150\times300,test}$ jellemző (karakterisztikus) értékét szabad kiszámítani, mert**
- **a 28 naposnál - esetleg ritkán legfeljebb 90 naposnál – idősebb betonnak nincs nyomószilárdsági osztálya.**

Ez célra is vezet, mert a 28 (esetleg ritkán legfeljebb 90) naposnál idősebb szerkezet teherhordóképességét az építménybe beépített beton adott korú nyomószilárdságának tapasztalati jellemző értéke ($f_{ck,is,Ø150\times300,test}$) alapján, a beton nyomószilárdság teherbírási tervezési értékéből ($f_{cd,Ø150\times300,test} = (\alpha_{CC}/\gamma_{C,red4})\times f_{ck,is,Ø150\times300,test}$), azt az igénybevételből a betonban ébredő nyomófeszültséggel (σ_{cu}) való összevetéssel ($f_{cd,Ø150\times300,test} \geq \sigma_{cu}$) – a nyomószilárdsági osztály meghatározása nélkül – meg lehet ítélni.



α_{cc} = tartós szilárdság tényezője
γ_c = biztonsági (parciális) tényező
η = beépített beton szilárdsági tényezője
$\gamma_{c,red4} = \eta\times\gamma_c$ = csökkentett biztonsági tényező
σ_{cu} = igénybevételből a betonban ébredő nyomófeszültség

Az összefüggések abban az esetben érvényesek, ha az alulmaradási tágasság a próbatestek számának (*Student*-tényezőnek) és a nyomószilárdság szórásának a függvénye (tehát nem egy konstans érték).

Beton útja a típusvizsgálattól (próbakeveréstől) a szerkezetbe építésig (igénybevételig), avagy a beton nyomószilárdsága előírt jellemző (karakterisztikus) értékének ($f_{ck,cyl\ Ø150\times300}$) változása a típusvizsgálat (próbakeverés) és a szerkezetbe építés (igénybevétel) között az MSZ EN 1992-1-1:2010 (Eurocode 2) és MSZ 4798:2016 szabvány szerint

Fontos előírás az is, hogy a 28 napos – vagy esetleg ritkán legfeljebb 90 napos – korúnál idősebb beton nyomószilárdságából a 28 napos nyomószilárdságra visszamenőleg következtetni vagy annak megfelelőségét utólag igazolni nem szabad.

Ilyen célra az *Arrhenius*-féle vagy más idő-egyenérték függvény sem alkalmazható!

(6) A t korú beton nyomószilárdsága függ a cement típusától, a hőmérséklettől és az utókezelés körülményeitől. Átlagos 20°C hőmérséklet és az EN 12390 szerinti utókezelés esetén a különböző korú betonok $f_{cm}(t)$ nyomószilárdsága a (3.1.) és a (3.2.) összefüggésekből becsülhető.

$$f_{cm}(t) = \beta_{cc}(t)\, f_{cm} \qquad (3.1.)$$

Arrhenius-féle összefüggés

és

$$\beta_{cc}(t) = \exp\left\{ s\left[1 - \left(\frac{28}{t} \right)^{1/2} \right] \right\} \qquad (3.2.)$$

MSZ EN 1992-1-1 Eurocode 2, 3.1.2. szakasz

Az MSZ EN 1992-1-1 Eurocode 2 szabványban olvasható:

„Ha a beton nem felel meg a 28 napos nyomószilárdságára vonatkozó előírásoknak, akkor a (3.1.) és a (3.2.) összefüggések nem érvényesek.

Ezt a bekezdést általában nem szabad alkalmazni arra, hogy egy nem megfelelő referenciaszilárdság meglétét visszamenőlegesen, az utószilárdulás figyelembevételével igazoljanak.”

A beton nyomószilárdsági osztályának előírása során két különböző úton kapott, egyidejűleg teljesítendő nyomószilárdsági osztályból kell kiindulni.

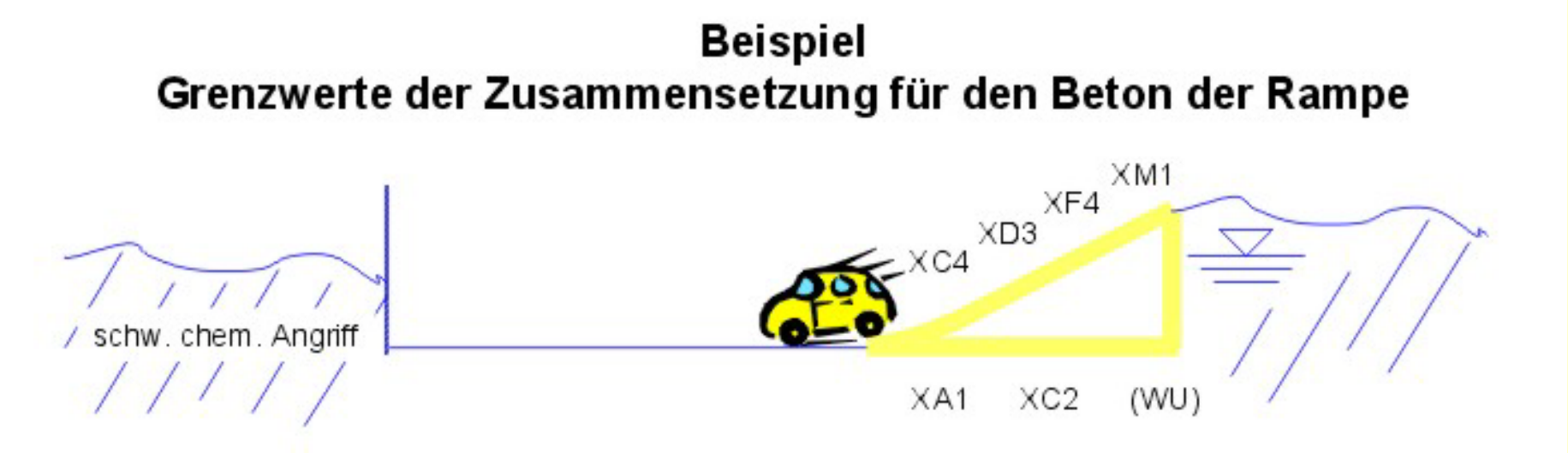
- **Az erőtani számításból a teherbírás megkövetelte nyomószilárdsági osztály,**
- **a „társított” környezeti osztályok feltételéből a tartósság megkövetelte nyomószilárdsági osztály adódik.**

A beton nyomószilárdsági osztálya

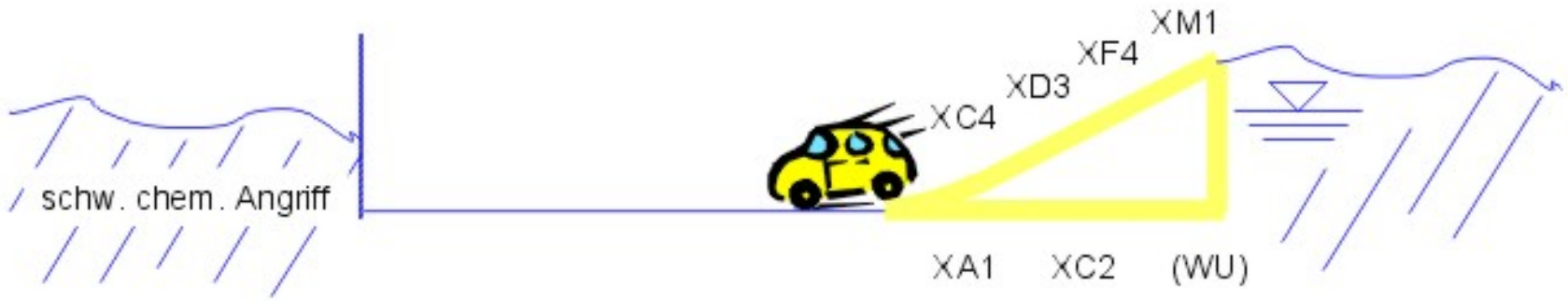
- **az erőtani számításból kapott nyomószilárdsági osztály**
- **és a környezeti osztály egyik feltételét képező nyomószilárdsági osztály**

összevetésével határozható meg.

A betont egyszerre több féle környezeti hatás is érheti, ebben az esetben egyidejűleg több féle környezeti osztályba kell sorolni, és a beton nyomószilárdsága valamennyi rá vonatkozó környezeti osztályban előírt nyomószilárdság osztálynak meg kell feleljen.



Beispiel
Grenzwerte der Zusammensetzung für den Beton der Rampe



Rampe

		Zementgehalt [kg/m³]			
			mit Typ II	w/z-Wert	Festigkeit
Außenbauteil, bewehrt	XC4 (oben)	280	270	0,60	C25/30
Chloridangriff, ohne Frost	XD3 (oben)	320	270	0,45	C35/45
Frost-Taumittelangriff, horizontale Fläche	XF4 (oben)	320	320	0,50	C30/37
Mäßige Verschleißbeanspruchung	XM1 (oben)	300	270	0,55	C30/37
Schwacher chemischer Angriff	XA1 (unten)	280	270	0,60	C25/30
Gründungsbauteil, nass selten trocken	XC2 (unten)	240	240	0,75	C16/20
Hoher Wassereindringwiderstand für h > 0,40 m	(WU)	-	-	0,70	-

Mindestanforderungen an die Betonzusammensetzung		Zementgehalt			
			mit Typ II	w/z-Wert	Festigkeit
	LP-Beton	320	320	0,45	C30/37

Teil der Festlegung	Stahlbeton C30/37 XC4, XD3, XF4, XM1, XA1 (WU)

MSZ 4798:2016 szabvány 5.3.2. szakasza „Határértékek a betonösszetételre”

(4) Környezeti osztályok kombinációja esetén mindig a legszigorúbb követelmény érvényes.

Az F melléklet szerint *olyan betont kell tervezni és készíteni, amelynek összetétele és tulajdonságai a szóban forgó, „társított” környezeti osztályok mindegyikének követelményét kielégíti*.

Környezeti osztály	*Beton nyomó-szilárd-sági osztálya, legalább*	*Beton cement-tartalma, legalább, kg/m³*	*Beton víz-cement tényezője, legfeljebb*	*Friss beton átlagos összes levegő-tartalma, térfogat%*
XC4 – XF1 – XA2 – XV1(H) környezeti osztályú vasbeton támfal betonja				
XC4	*C30/37*	*300*	*0,50*	*A nyomó-szilárdsági osztály és a konzisztencia függvénye*
XF1	*C30/37*	*300*	*0,55*	
XA2	*C30/37*	*320*	*0,50*	
XV1(H)	*C25/30*	*300*	*0,55*	
XC4 – XF1 – XA2 – XV1(H)	*C30/37*	*320*	*0,50*	

MSZ 4798:2016 szabvány NAD F2. táblázat: A légbuborékképző adalékszer nélkül készített friss beton tervezett levegőtartalmának értéke a nyomószilárdsági osztály és a konzisztencia osztály függvényében

A beton konzisztencia osztálya				
Roskadási osztály	–	S1	S2, S3	S4, S5
Tömörítési osztály	C1	C2	C3	C4
Terülési osztály	F1	F2	F3	F4, F5, F6
A beton nyomószilárdsági osztálya	Friss beton tervezett levegőtartalma, legfeljebb, térfogat%			
C8/10	5,0	4,0	3,0	2,0
C12/15	4,0	3,0	2,0	1,5
C16/20	3,5	2,5	1,5	1,0
C20/25	3,0	2,0	1,0	1,0
C25/30	2,0	1,5	1,0	1,0
C30/37	1,5	1,0	1,0	1,0
C35/45 – C100/115	1,0	1,0	1,0	1,0

Ha a környezeti hatások egyike fagy-, illetve fagy- és olvasztósó hatás, és a beton légbuborékképző adalékszerrel készül, akkor a friss beton átlagos levegőtartalma a fagy-, illetve fagy- és olvasztósó-álló beton előírt összes levegőtartalmának (légpórus + légbuborékképző adalékszerrel bevitt légbuborék) feleljen meg.

Környezeti osztály	Beton nyomó-szilárd-sági osztálya, legalább	Beton cement-tartalma, legalább, kg/m³	Beton víz-cement tényezője, legfeljebb	Friss beton átlagos összes levegő-tartalma, térfogat%
XC4 – XF4 – XK3(H) környezeti osztályú, 32 mm legnagyobb szemnagyságú adalékanyaggal készített fagy- és olvasztósó- és kopásálló LP beton				
XC4	C30/37	300	0,50	A nyomó-szilárdsági osztály és a konzisztencia függvénye
XK3(H)	C40/50	350	0,40	
XF4	C30/37	340	0,45	A legnagyobb szemnagyság és a konzisztencia függvénye
XC4 – XF4 – XK3(H)	C40/50	350	0,40	

MSZ 4798:2016 szabvány NAD F3. táblázat: A légbuborékképző adalékszerrel készített friss beton előírt összes, átlagos levegő-tartalmának (légpórus + légbuborék) értéke az adalékanyag legnagyobb szemnagyságának a függvényében

Környezeti osztály	XF2 és XF3	XF4
Legnagyobb szemnagyság mm	A friss beton összes levegőtartalma (légpórus + légbuborékképző adalékszerrel bevitt légbuborék), térfogat%	
8 és 12	4,0 – 6,0	6,0 – 10,0
16	3,0 – 5,0	4,5 – 8,5
24 és 32	2,5 – 5,0	4,0 – 8,0
63	2,0 – 4,0	3,0 – 7,0
	A kötőanyagpép összes, átlagos levegőtartalma (légpórus + légbuborékképző adalékszerrel bevitt légbuborék), legalább, térfogat%	
	15,0	18,0

1. MEGJEGYZÉS: Az XF4 környezeti osztályú kopásálló betonok esetén a levegőtartalom alsó határértékeke 0,5 térfogat%-kal csökkenthető, de a betonok a fagy- és olvasztósó-állósági követelményeknek feleljenek meg.

MSZ 4798:2016 szabvány NAD 10. táblázata: Légbuborékképző adalékszerrel készített szilárd, fagy-, illetve fagy- és olvasztósó-álló beton légbuborék szerkezeti követelménye

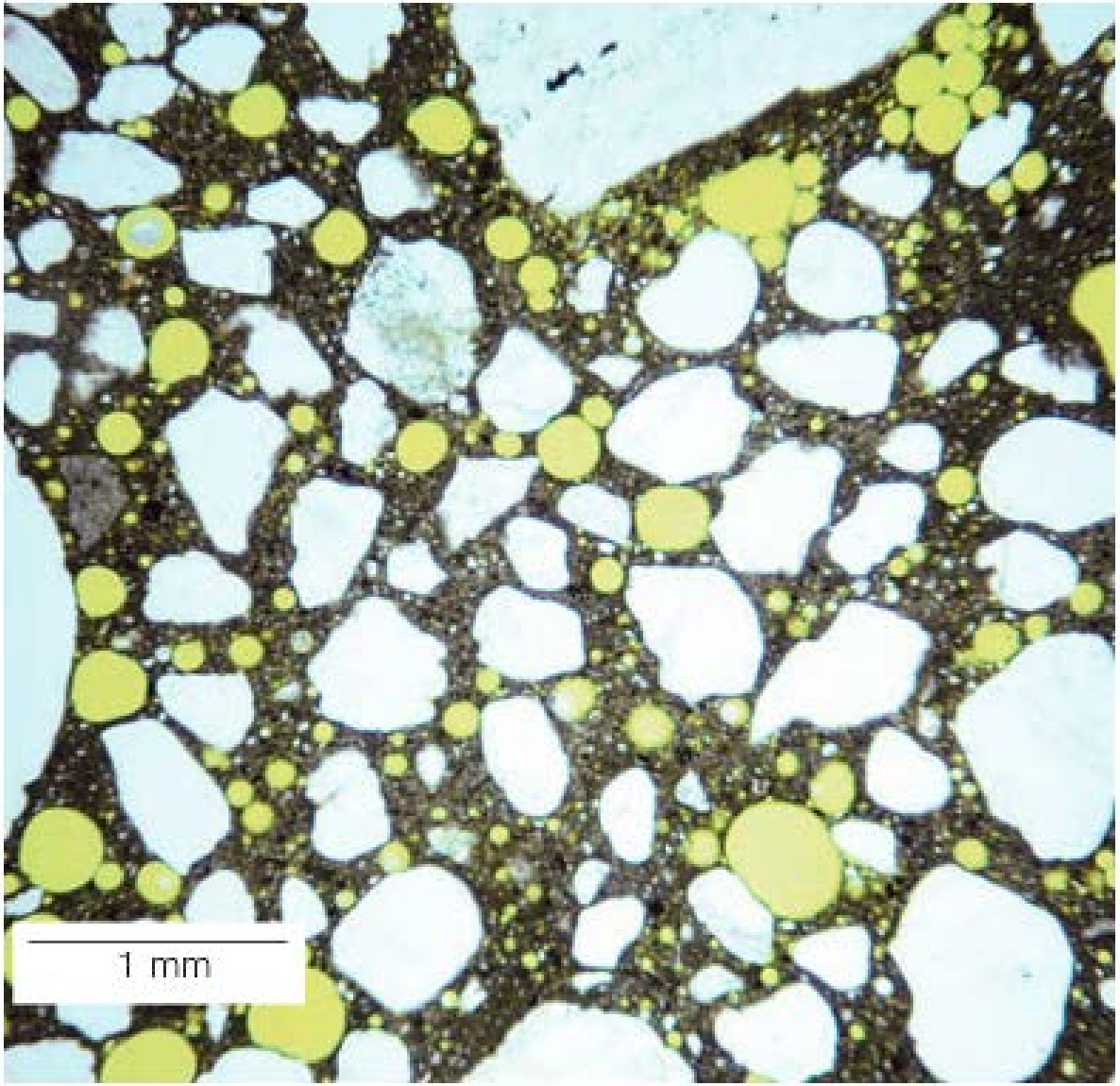
Környezeti osztály	*XF2 és XF3*	*XF4*
Távolsági tényező, legfeljebb, mm	*0,22*	*0,18*
0,3 mm-nél kisebb névleges átmérőjű (hatékony) légbuborékok mennyisége, legalább, térfogat%	*1,2*	*2,1*

Megjegyzés: A szilárd beton légbuborék szerkezetét (a távolsági tényezőt és a 0,3 mm-nél kisebb névleges átmérőjű légbuborékok mennyiségét) az MSZ EN 480-11 szerint kell meghatározni.
A szilárd beton légbuborék szerkezetének az értékeléséhez ismerni kell a beton pontos összetételét is.

Útbetont, térburkolatot, repülőtéri pálya betonburkolatot mindig légbuborékképzős betonból, ún. LP-betonból kell készíteni!

Légbuborékképzős beton, ún. LP-beton felülete

Légbuborékképzős beton, ún. LP-beton felülete ötszörös nagyítású nagyítón nézve

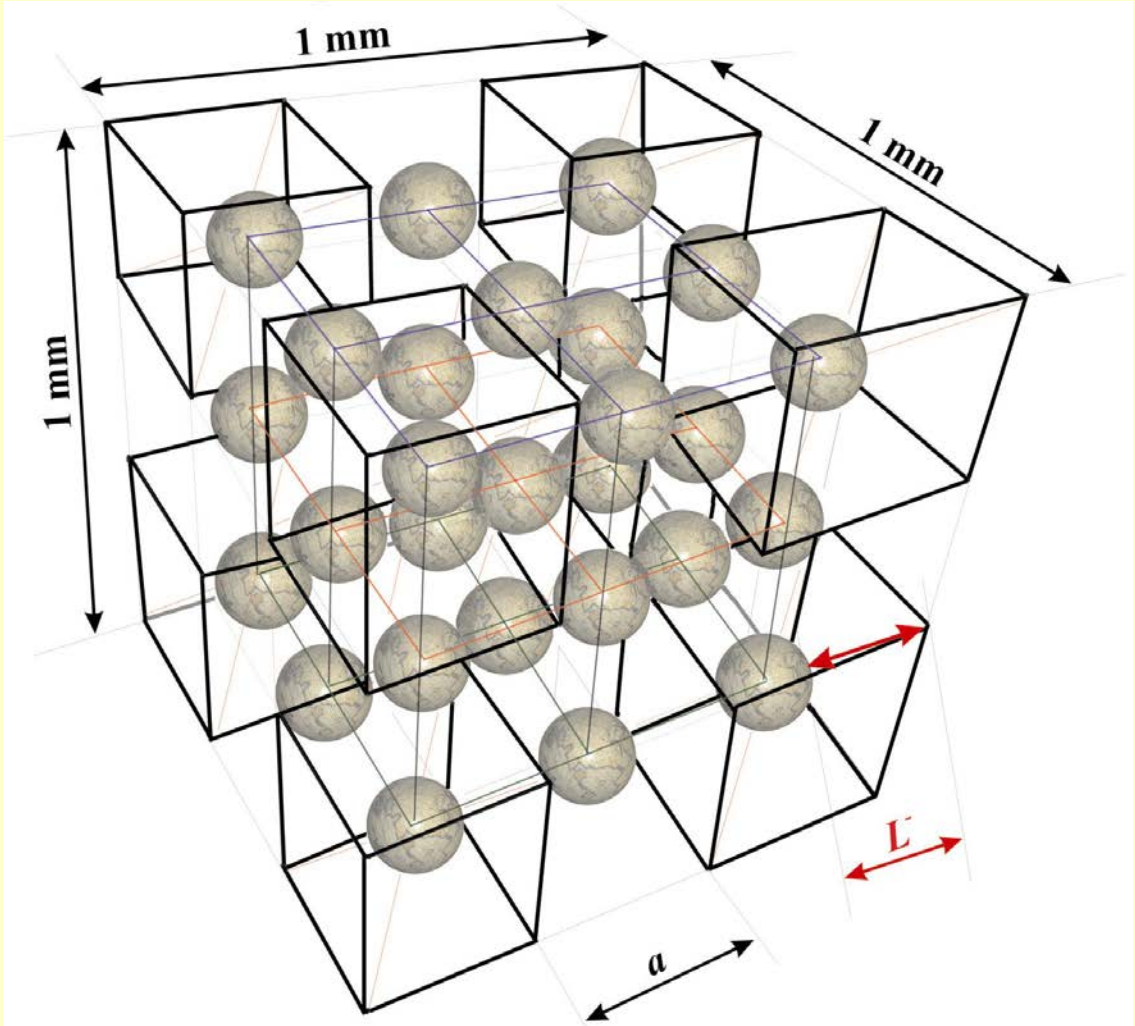


Mikroskopische Aufnahme eines Dünnschliffs — gleichmäßige Verteilung von Mikroluftporen in einer Betonfahrbahndecke mit CEM II/B-S 42,5 N (st) (baubegleitende Untersuchungen)

Légbuborékos beton vékonycsiszolatának fényképe.

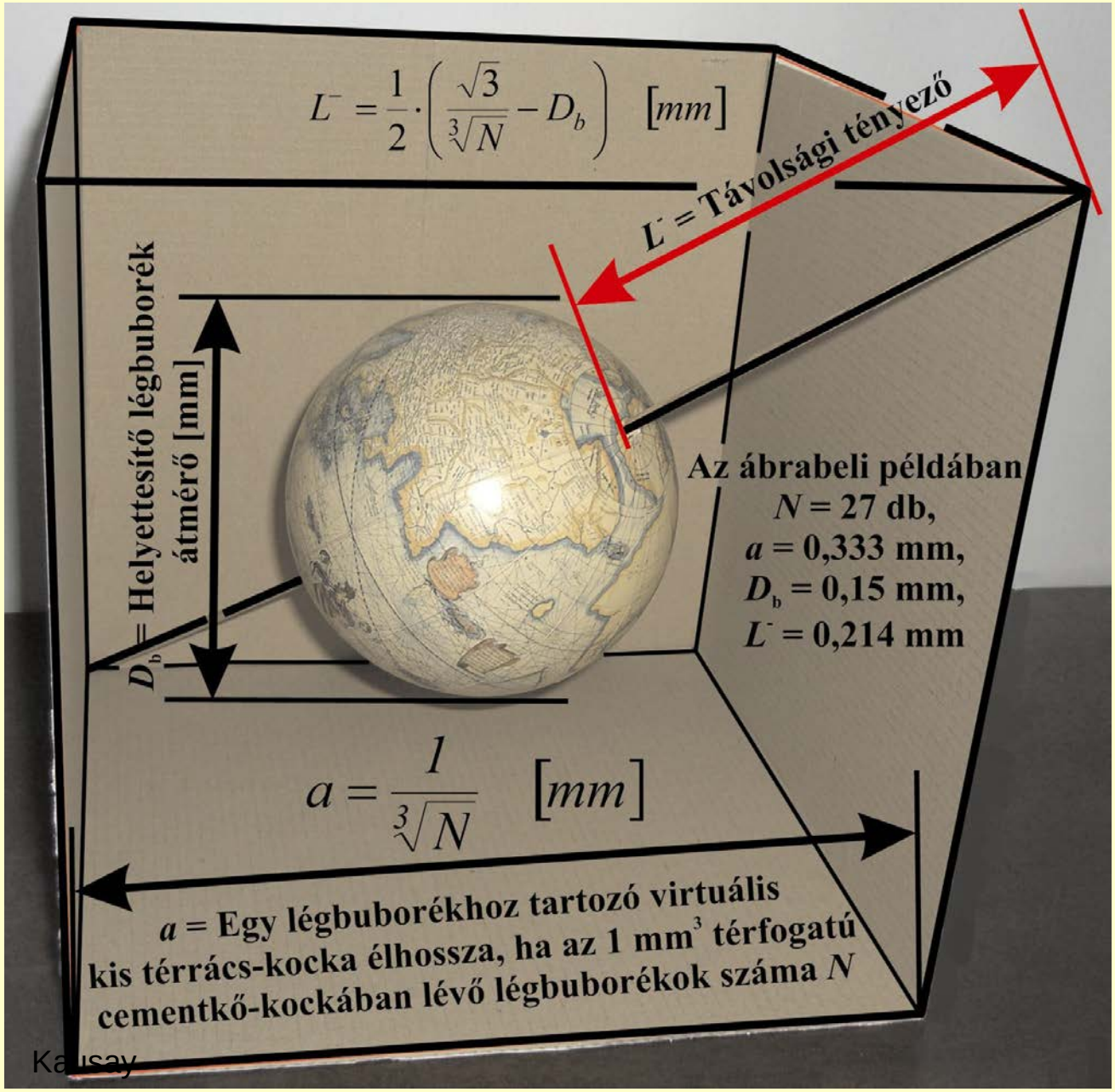
A légbuborékokat sárga színező anyaggal töltötték ki.

Forrás: http://www.cemex.de/UserFiles/Infomaterial/Zement%20Verkehrsflaechen.pdf

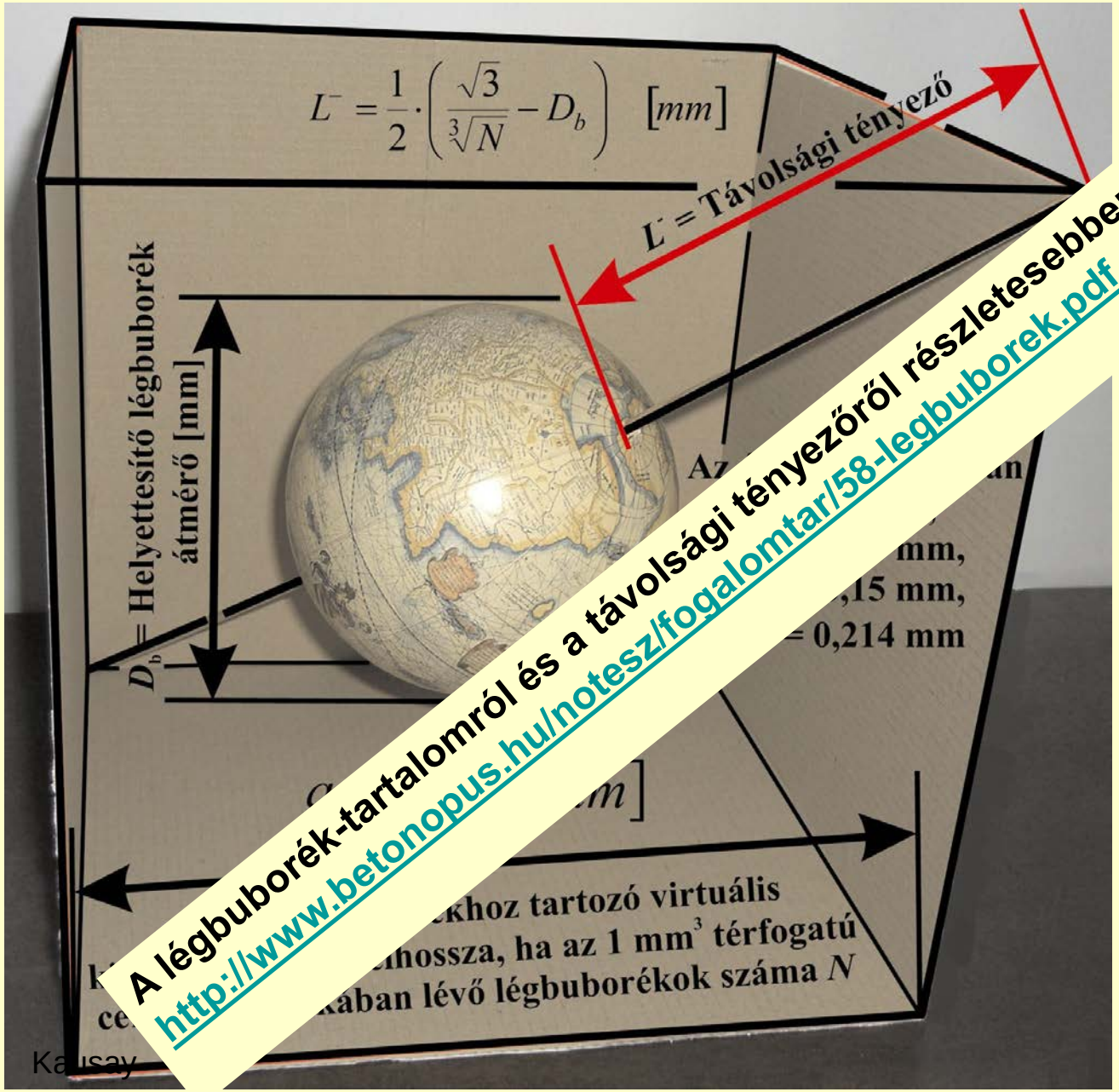


Az 1 mm^3 térfogatú virtuális cementkő-kockában köbös térrács szerint elhelyezkedő, az ábrabeli példában a D_b= 0,15 mm névleges átmérőjű légbuborékok száma: N= 27 db, egy légbuborékhoz tartozó kis térrács-kocka élhossza: $a = N^{-1/3}$ = 0,333 mm, a távolsági tényező: L= 0,214 mm

Az idealizált cementkő-modellben egyforma méretű, gömb alakú légbuborékok egyenletes eloszlásban, köbös térrácsban helyezkednek el.



Az idealizált légbuborék szerkezetnek ugyanakkora az összes térfogata és a térfogati fajlagos felülete, mint a tényleges hatékony légbuborék szerkezetnek.



A légbuborék-tartalomról és a távolsági tényezőről részletesebben itt lehet olvasni:
http://www.betonopus.hu/notesz/fogalomtar/58-legbuborek.pdf

Az i… l… …k …zetnek …anakkora az összes térfogata és a térfogati fajlagos felülete, mint a tényleges hatékony légbuborék szerkezetnek.

MSZ 4798:2016 szabvány 5.3.2. szakasza „Határértékek a betonösszetételre” szerint:

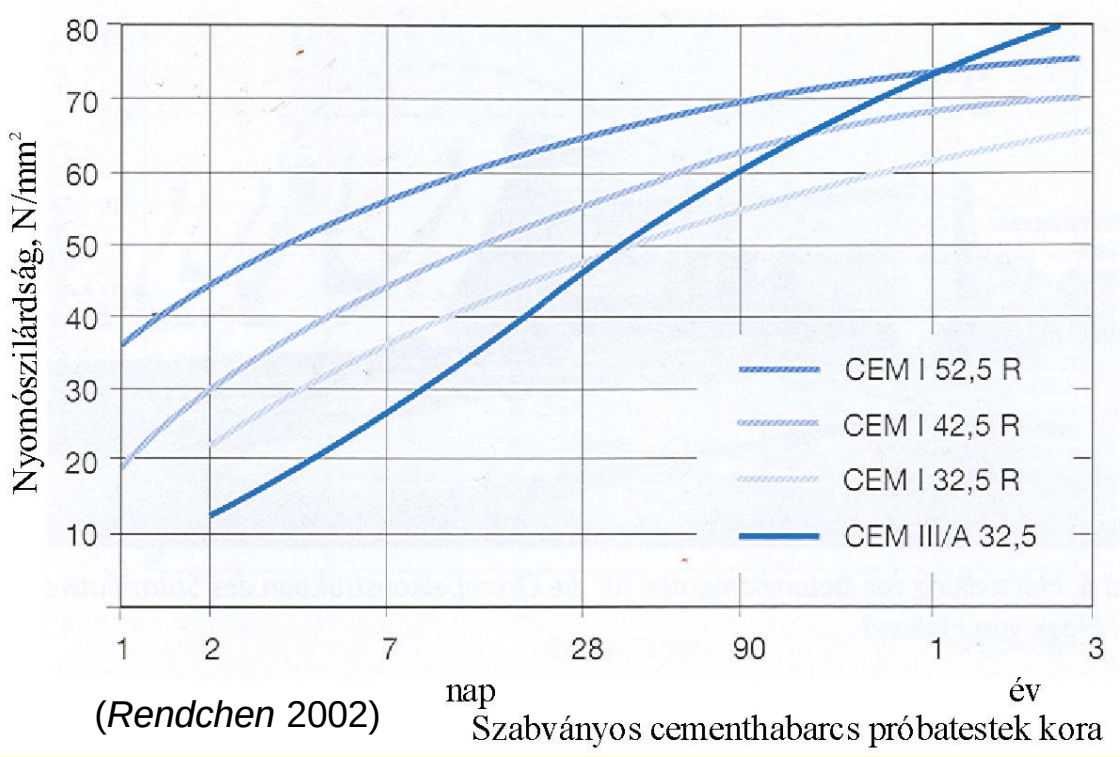
(5) E szabvány szerint az erőtani számítás szerinti szükséges nyomószilárdsági osztály és a környezeti feltételek szerinti szükséges legkisebb nyomószilárdsági osztály közül általában a nagyobb nyomószilárdsági osztályt kell mértékadónak tekinteni. Ennek értelmében,

1) ***ha az erőtani számítás szerint szükséges nyomószilárdsági osztály nagyobb, mint a környezeti feltételek szerint szükséges legkisebb nyomószilárdsági osztály, akkor az erőtani számítás szerint szükséges nyomószilárdsági osztály a mértékadó;***
2) ***ha az erőtani számítás szerint szükséges nyomószilárdsági osztály kisebb, mint a környezeti feltételek szerint szükséges legkisebb nyomószilárdsági osztály, akkor a mértékadó nyomószilárdsági osztály kiválasztása tekintetében két eset lehetséges:***

- ha az adott építmény esetén felelősséggel nem bizonyított, hogy az erőtani számítás szerint szükséges nyomószilárdsági osztály a környezeti hatásoknak ellenálló beton készítéséhez elegendő, akkor a környezeti feltételek szerint szükséges legkisebb nyomószilárdsági osztályt kell mértékadónak tekinteni;

- ha az adott építmény esetén felelősséggel és írásban bizonyítják, hogy az erőtani számítás szerint szükséges nyomószilárdsági osztály a környezeti hatásoknak – a tervezési élettartam alatt – ellenálló beton készítéséhez elegendő, akkor az erőtani számítás szerint szükséges nyomószilárdsági osztályt lehet mértékadónak tekinteni, és az ennél nagyobb, a környezeti osztály megkövetelte nyomószilárdsági osztályt figyelmen kívül szabad hagyni. Ennek az esetnek jellegzetes példáját adhatja például a CEM III típusú kohósalakcement alkalmazása.

A CEM III/A kohósalakcement utószilárdulása 90 napos korig a 28 napos nyomószilárdságnak általában a 30-40 %-át, a CEM III/B kohósalakcementé pedig a 20-25 %-át teszi ki. Ezért feltételezhető, hogy a CEM III kohósalakcementtel gondosan készített és utókezelt beton nyomószilárdsági osztálya 90 napos korra eléri a környezeti feltételek alapján az MSZ 4798:2016 szabványban ajánlott legkisebb nyomószilárdsági osztályt. Nem kizárt tehát, hogy bizonyítható: CEM III L (kis kezdőszilárdságú) kohósalakcement (MSZ EN 197-1:2011) alkalmazása esetén az erőtani számítás szerint szükséges –



(*Rendchen* 2002)

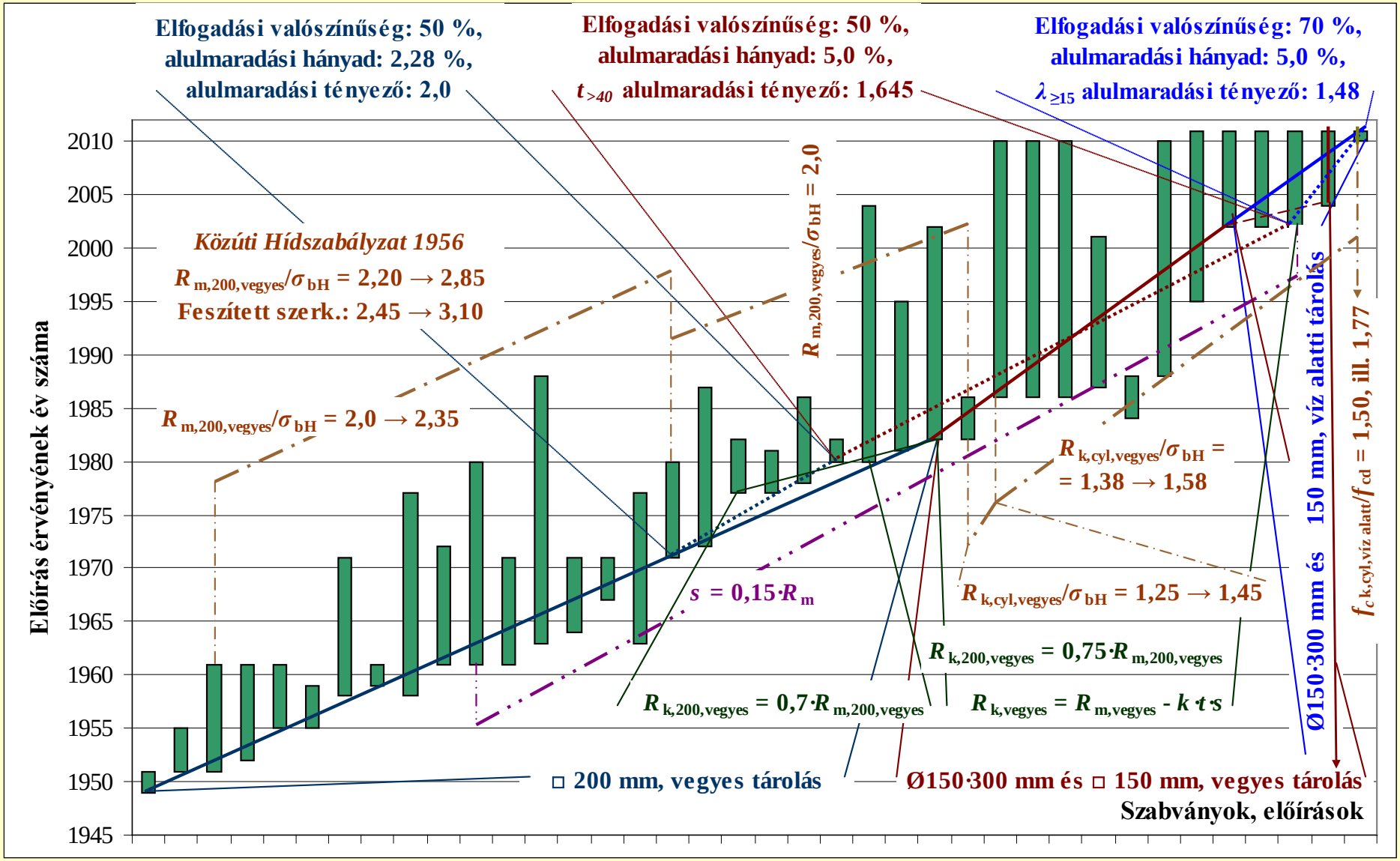
Szabványos cementhabarcs próbatestek kora

a környezeti osztály nyomószilárdsági követelményénél kisebb – 28 napos korra vonatkozó nyomószilárdsági osztály elegendő a környezeti hatásoknak a tervezési élettartam alatt ellenálló beton készítéséhez.

A tapasztalati nyomószilárdsági osztály meghatározásának nehézsége abból származik, hogy míg a nyomószilárdság átlag értékét (f_{cm}) laboratóriumi, esetleg helyszíni méréssel meg lehet határozni (mert fizikai, mechanikai tulajdonság), addig nyomószilárdság alulmaradási hányadhoz tartozó jellemző (karakterisztikus) értékének ($f_{ck} = f_{cm} - \Delta$) számítási módját szabványok, szabályzatok, műszaki előírások írják elő (mert gazdaságpolitikai sajátság),

ahol Δ az alulmaradási tágasság

– 1980 1980 – 2002 2002 –



A beton nyomószilárdsága jellemzésének változásai az utóbbi 65 évben

1977 előtt

a nyomószilárdságot 200 mm élhosszúságú próbakockákon vizsgáltuk, amelyeket vegyesen tároltuk.

A betont a nyomószilárdság átlagértékével minősítettük és jelöltük, kp/cm^2-ben. Példa a beton jelére: B 280.

A meg nem felelő tétel elfogadási valószínűsége: 50 %,

az alulmaradási hányad: 2,28 %,

az alulmaradási tényező értéke: 2,0 volt a $K_{átlag} = K_{küszöb}/(1 - 2 \cdot s/K_{átlag}) \rightarrow K_{átlag} - 2 \cdot s = K_{küszöb}$ összefüggésből.

(MSZ 4715:1961, MSZ 4715-4:1972, MSZ 4719:1958, MSZ 4720:1961, MSZ 15022-1:1971)

1977-1980 között

a nyomószilárdságot 200 mm élhosszúságú próbakockákon vizsgáltuk, amelyeket vegyesen tároltuk.

A betont a nyomószilárdság jellemző értékével minősítettük ($R_{k,200,vegyes} = 0{,}7 \cdot R_{m,200,vegyes}$), de még átlagértékével jelöltük, kp/cm^2-ben. Például: B 280.

A meg nem felelő tétel elfogadási valószínűsége: 50 %,

az alulmaradási hányad: 2,28 %,

az alulmaradási tényező értéke: 2,0,

a relatív szórás (variációs tényező) értéke: 15 % volt.

(MSZ 4715-4:1972, MSZ 4719:1977, MSZ 4720:1961, MSZ 15022-1:1971)

1980-1982 között

a nyomószilárdságot 200 mm élhosszúságú próbakockákon vizsgáltuk, amelyeket vegyesen tároltuk.

A betont a nyomószilárdság jellemző értékével minősítettük ($R_{k,200,vegyes}$ = $\underline{0,75}\cdot R_{m,200,vegyes}$), de még átlagértékével jelöltük, kp/cm^2-ben. Például: B 280.

A meg nem felelő tétel elfogadási valószínűsége: 50 %,

az alulmaradási hányad: $\underline{5,0\ \%}$,

az alulmaradási (*Student*) tényező értéke $t_{n>40}$ esetén: $\underline{1,645}$,

a relatív szórás (variációs tényező) értéke: 15 % volt.

(MSZ 4715-4:1972, MSZ 4719:1977, MSZ 4720-2:1980, MSZ 15022-1:1971 M:1980)

3.5.2. A nyomószilárdság ellenőrzésénél a vizsgálati eredmények R_k jellemző értékét az

$$R_k = R_m - k \cdot t \cdot s$$

kifejezéssel kell meghatározni, ahol

t a tételbe tartozó beton szilárdsága 5% alulmaradási valószínűséghez tartozó jellemző értékének kiszámítására szolgáló ún. Student-féle tényező, amelyet a 3.5.3., 3.5.6. illetve 3.5.7. szakaszok előírásai szerint kell meghatározni.

s a szórás, értékét a 3.5.4., 3.5.5. illetve a 3.5.6. szakaszok előírásai szerint kell meghatározni és számításba venni.

A t tényező értékei

3. táblázat

n	10	12	14	16	18	20	25	30	40	> 40
t	1,79	1,77	1,75	1,73	1,72	1,71	1,70	1,69	1,68	1,645

1982-2002 között

a próbatestek 150 mm élhosszúságú kockák és Ø150×300 mm méretű hengerek voltak, amelyeket vegyesen tároltuk.

A betont a vegyesen tárolt Ø150×300 mm méretű hengerek nyomószilárdságának jellemző értékével kellett minősíteni és jelölni, N/mm^2-ben. Például: C 25.

A meg nem felelő tétel elfogadási valószínűsége: 50 %,

az alulmaradási hányad: 5,0 %,

az alulmaradási (*Student*) tényező értéke $t_{n>40}$ esetén: 1,645,

a relatív szórás (variációs tényező) értéke: 15 % volt.

(MSZ 4715-4:1972, MSZ 4719:1982, MSZ 4720-2:1980, MSZ 15022-1:1971 M:1982)

2002 óta (amely az európai szabványok bevezetésének az éve)

a próbatestek 150 mm élhosszúságú kockák és Ø150×300 mm méretű hengerek, amelyeket végig víz alatt kell tárolni.

2004 óta a kockákat szabad vegyesen is tárolni.

A betont a végig víz alatt tárolt hengerek és kockák nyomószilárdságának jellemző értékével kell minősíteni és jelölni, N/mm^2-ben. Például: C20/25.

A meg nem felelő tétel elfogadási valószínűsége: 70 %,

az alulmaradási hányad: 5,0 %,

az alulmaradási (*Taerwe*) tényező értéke n = 15 esetén: 1,48.

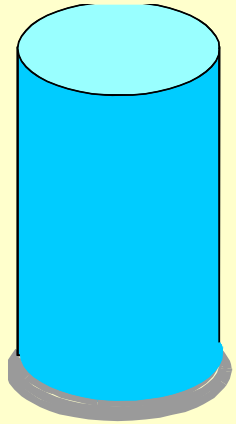
(MSZ 15022-1:1986, MSZ EN 206-1:2002, MSZ EN 12390-2:2002, MSZ EN 12390-3:2002, *MSZ 4798-1:2004*)

2014-ben

az MSZ EN 206-1:2002 szabványt az MSZ EN 206:2014 szabvány váltotta fel, és az MSZ 4798-1:2004 szabványt visszavonták.

2016. április 1-én

érvényre lépett az MSZ 4798:2016 szabvány (NAD).



Az MSZ EN 206:2014 szabvány (elődjéhez hasonlóan) a 150 mm átmérőjű, 300 mm magas hengerek és a 150 mm élhosszúságú kockák végig víz alatti tárolása mellett *megengedi* a próbatestek *másféle tárolását* is.

Erre való hivatkozással az MSZ 4798:2016 szabványban (elődjéhez hasonlóan) megengedjük a 150 mm élhosszúságú kockák vegyes tárolását.

Különböző idők nyomószilárdsági osztályainak egymáshoz való viszonya

1999 óta	MSZ ENV 1992-1-1:1999, MSZ EN 1992-1-1:2010 Eurocode 2									
–	C8/10	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
2002 óta	MSZ EN 206-1:2002, MSZ EN 206:2014, MSZ 4798:2016									
–	C12/15	C16/20	C20/25 C25/30	C25/30	C30/37	C35/45 C40/50	C40/50	C45/55 C50/60	C50/60 C55/67	C55/67
1982-2002 között	MSZ 4719:1982, MSZ 4720-2:1980									
C 4	C 6	C 10 C 12	C 12 C 16	C 16 C 20	C 25 C 30	C 30 C 35	C 35 C 40	C 40 C 45 C 50	C 50 C 55	C 55
1951-1982 között	MNOSZ 934:1951, MNOSZ 15022:1951, MSZ 15022-1:1971 M:1980									
B 140	B 200	B 200 B 280	B 280 B 350	B 350 B 400	B 400 B 500	B 500 B 560	B 560	–	–	–

2005. augusztus

MAGYAR SZABVÁNY MSZ EN 1990

Eurocode: A tartószerkezetek tervezésének alapjai

4.2. Anyag- és termékjellemzők

(4)P Az anyagjellemzők értékeit előírt körülmények között elvégzett szabványosított vizsgálatok eredményeként kell meghatározni. Átszámítási tényezőt kell alkalmazni abban az esetben, ha a szabványosított vizsgálatok eredményét át kell számítani olyan értékké, amelyről feltételezhető, hogy a tartószerkezetben vagy a talajban lévő anyag vagy termék viselkedését jobban leírja.

és az átszámított vizsgálati eredményt kell az előírt értékkel összevetni

D7.2. A karakterisztikus értéken alapuló eljárás

(1) Az X jellemző tervezési értéke a következő összefüggéssel határozható meg:

$$X_d = \eta_d \frac{X_{k(n)}}{\gamma_m} = \frac{\eta_d}{\gamma_m} m_X \{1 - k_n V_X\} = \frac{\eta_d}{\gamma_m} (m_X - k_n \cdot s_X) \rightarrow X_d = f_{ck} \cdot \eta_d \quad \text{(D1.)}$$

pld. t_n = Student-tényező

ahol:

η_d az átszámítási tényező tervezési értéke.

γ_m az anyagjellemző parciális tényezője 4.2.(10)P = 1,0

γ_M az anyagjellemző parciális tényezője, mely a számítási modell bizonytalanságait és a méreteltéréseket is figyelembe veszi 6.5.4.

6.5.4. Az anyagok parciális tényezői

(1) Használhatósági határállapotok esetén az anyagjellemzőkre vonatkozó γ_M parciális tényezők értékét általában 1,0-re kell felvenni, kivéve, ha az EN 1992 – EN 1999 másként írja elő.

6.3.3. Az anyag- vagy termékjellemzők tervezési értékei

(1) Az anyag- vagy termékjellemző X_d tervezési értéke a következő általános összefüggéssel határozható meg:

$$X_d = \eta \frac{X_k}{\gamma_m} \qquad (6.3.)$$

A vizsgálati eredményt kell a szabványos értékre átszámítani, és az átszámított vizsgálati eredményt kell az előírt értékkel összevetni.

ahol:

X_k az anyag- vagy termékjellemző karakterisztikus értéke (lásd a 4.2. szakasz (3) bekezdését);

η az átszámítási tényező várható értéke, mely

- a térfogati és mérethatást,
- a nedvességtartalom és a hőmérséklet hatását, és
- más, egyéb lényeges paramétereket

vesz figyelembe.

γ_m az anyag- vagy termékjellemző parciális tényezője, mely

- az anyag- vagy termékjellemző karakterisztikus értéktől való kedvezőtlen irányú eltérésének lehetőségét;
- az η átszámítási tényező véletlenszerű pontatlanságait

veszi figyelembe.

2005. augusztus

MAGYAR SZABVÁNY **MSZ EN 1990**

Eurocode: A tartószerkezetek tervezésének alapjai

$$E_d \le R_d$$

ahol:

E_d az igénybevételek tervezési értéke, úgy kat tartalmazó vektormennyiség;

R_d a megfelelő ellenállás tervezési értéke.

6.3.5. Az ellenállás tervezési értéke

(1) Az ellenállás R_d tervezési értéke a következő

$$R_d = \frac{1}{\gamma_{Rd}} R\{X_{d,i}; a_d\} = \frac{1}{\gamma_{Rd}} R\left\{\eta_i \frac{X_{k,i}}{\gamma_{m,i}}; a_d\right\}$$

ahol: a_d a geometriai jellemző tervezési értéke

γ_{Rd} az ellenállás parciális tényezője, mely az jellemzők bizonytalanságait veszi figyele 6.3.4. szakasz (2) bekezdését);

$X_{d,i}$ az *i*-edik anyagjellemző tervezési értéke.

A vizsgálati eredményt kell a szabványos értékre átszámítani, és az átszámított vizsgálati eredményt kell az előírt értékkel összevetni.

D7.2. A karakterisztikus értéken alapuló eljárás

(1) Az *X* jellemző tervezési értéke a következő összefüggéssel határozható meg:

$$X_d = \eta_d \frac{X_{k(n)}}{\gamma_m} = \frac{\eta_d}{\gamma_m} m_X\{1 - k_n V_X\} = \frac{\eta_d}{\gamma_m}(m_X - k_n \cdot s_X) \rightarrow X_d = f_{ck} \cdot \eta_d \quad \text{(D1.)}$$

= 1,0

pld. t_n = Student-tényező

ahol:

η_d az átszámítási tényező tervezési értéke.

Az MSZ 4798:2016 szabvány szerint a betonok megfelelőségét nyomószilárdságra általában 28 napos korú, 150 mm élhosszúságú próbakockák vizsgálatával ellenőrizzük, és a nyomószilárdság vizsgálati eredményt ($f_{ck,cube,test}$) a próbakockákra vonatkozó követelmény értékkel ($f_{ck,cube}$) vetjük össze:

$$f_{c,cube,test} \geq f_{c,cube}$$

Bei diesem Beitrag handelt es sich um einen wissenschaftlich begutachteten und freigegebenen Fachaufsatz („reviewed paper").

Hauptaufsatz

Umrechnung der Druckfestigkeit von zwischen 1943 und 1972 hergestellten Betonen auf charakteristische Werte

J. Schnell, M. Loch, N. Zhang

Band 85, Dezember 2010 Copyright Springer-VDI-Verlag GmbH & Co. KG, Düsseldorf Bauingenieur

Entsprechend [5] wird der Umrechnungsfaktor $k_{cyl/cube}$ für die Umrechnung zwischen Würfelproben mit 150 mm Kantenlänge und Zylinderproben mit 150 mm Durchmesser und 300 mm Höhe mit einem mittleren Wert für alle Festigkeitsklassen mit 0,82 gewählt:

$$\frac{f_{c,cyl}}{f_{c,cube150}} = k_{cyl/cube} = 0{,}82$$

víz alatt tárolt kocka és henger

mit:

$f_{c,cube150}$ Betondruckfestigkeit eines Würfels mit 150 mm Kantenlänge,

$f_{c,cube200}$ Betondruckfestigkeit eines Würfels mit 200 mm Kantenlänge,

$f_{c,cyl}$ Betondruckfestigkeit eines Zylinders ($Ø/h$ = 150/300 mm).

[5] DIN EN 206–1:2001–07: Beton – Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität; Deutsche Fassung EN 206–1:2000.

[6] DIN 1045–2:2008–08: Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 2: Beton; Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität; Anwendungsregeln zu DIN EN 206–1.

[8] DIN EN 12390–2:2009–08: Prüfung von Festbeton – Teil 2: Herstellung und Lagerung von Probekörpern für Festigkeitsprüfungen; Deutsche Fassung EN 12390–2:2009.

Da die Lagerungsbedingungen in [12] weitestgehend der „Trockenlagerung" im nationalen Anhang von [8] entsprechen, kann der Umrechnungsfaktor k_L für Normalbeton entsprechend [6] festgelegt werden.

$$\frac{f_{c,cube150}}{f_{c,dry}} = k_L = 0{,}92$$

mit:

$f_{c,cube150}$ Betondruckfestigkeit eines Würfels mit 150 mm Kantenlänge bei 28-tägiger Lagerung unter Wasser,

$f_{c,dry}$ Betondruckfestigkeit eines Würfels mit 150 mm Kantenlänge bei Trockenlagerung.

[12] DIN 1048:1943-x: Teil D – Bestimmungen für Betonprüfungen bei Ausführung von Bauwerken aus Beton und Stahlbeton.

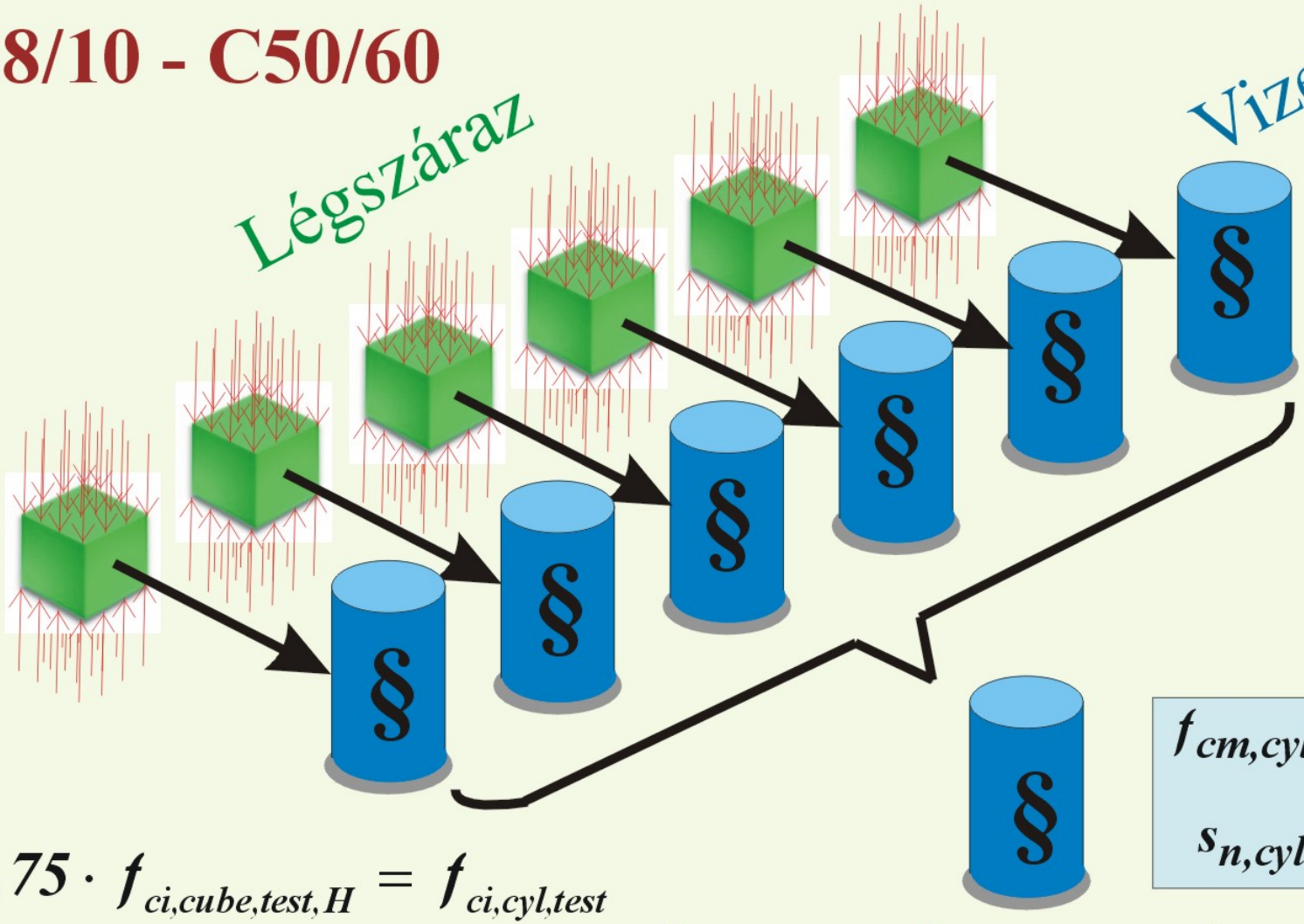
Lásd még: *Hilsdorf, H. K.*: „Beton". Beton-Kalender 1992., Teil I., p. 40.)

$0{,}82 \times 0{,}92 = 0{,}7544 \sim 0{,}75$

ezért:

$$f_{ci,cyl} = 0{,}75 \times f_{ci,cube,H}$$

C8/10 - C50/60



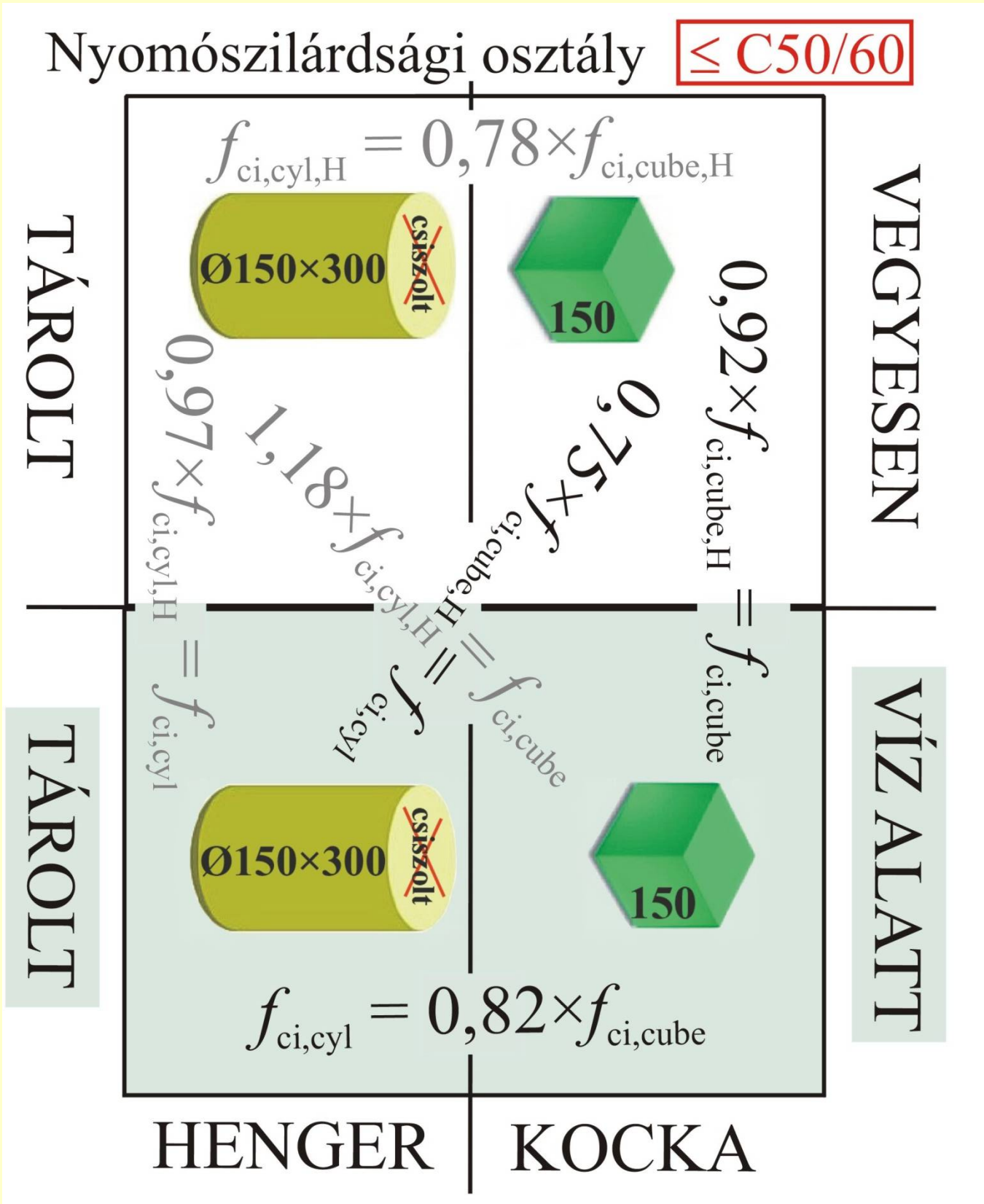
$$0,75 \cdot f_{ci,cube,test,H} = f_{ci,cyl,test}$$

$$f_{ck,cyl} \leq f_{cm,cyl,test} - \lambda_n \cdot s_{n,cyl} = f_{ck,cyl,test}$$

(C55/67 – C100/115 között: $0,8 \cdot f_{ci,cube,test,H} = f_{ci,cyl,test}$)

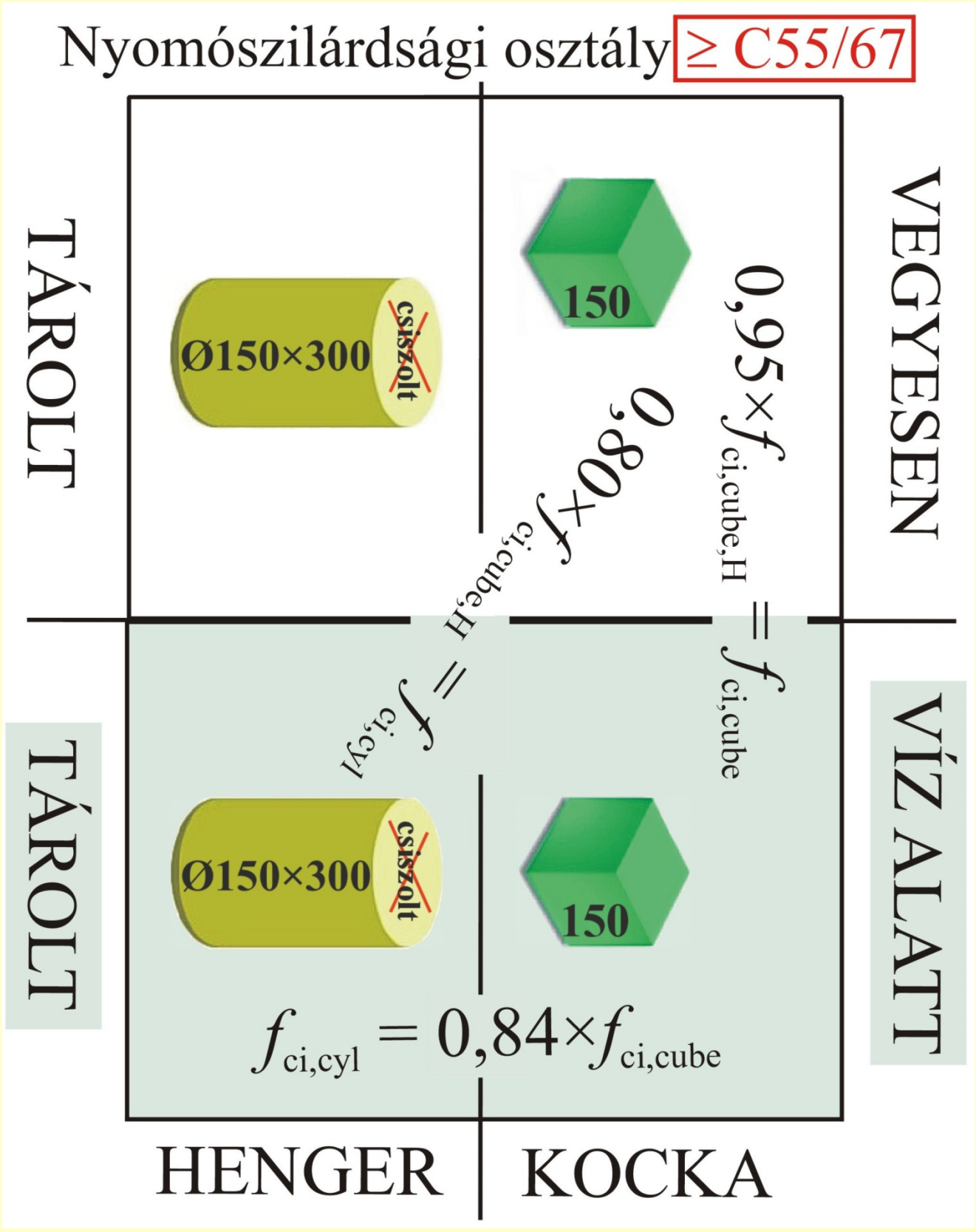
Kausay

Hilsdof és *Schnell* et al. féle henger-kocka nyomószilárdság átszámítási képletek, ha ≤ C50/60



Kausay

Hilsdof és *Schnell* et al. féle henger-kocka nyomószilárdság átszámítási képletek, ha ≥ C55/67



Nyomott felület kialakítása	Felső lap simított (habarcsolva)	Felső lap csiszolt, alsó lapja natúr	Mind a két lap csiszolt
Végig víz alatt tárolt Φ150·300 mm méretű próbahengerek	Töréskor nem robbantak	Töréskor robbantak	Töréskor robbantak
Átlagos nyomószilárdság, N/mm^2	42,8	51,4	52,7
Nyomószilárdság, %	100,0	120,0	123,1
Szórás, N/mm^2	1,68	0,67	1,64
Mértékadó szórás, N/mm^2	3,00	3,00	3,00
Student-tényező, n = 3	2,92	2,92	2,92
Jellemző érték, N/mm^2	34,06	42,63	43,94
Nyomószilárdsági osztály	C30/37	C40/50	C40/50
Szórás a terjedelemből, N/mm^2	1,95	0,71	1,89
Mértékadó szórás, N/mm^2	3,00	3,00	3,00
Student-tényező, n = 3	2,92	2,92	2,92
Jellemző érték, N/mm^2	34,06	42,63	43,94
Nyomószilárdsági osztály	C30/37	C40/50	C40/50

$s = T_3/3{,}31$

Nyomott felület kialakítása	Felső lap simított (habarcsolva)	Felső lap csiszolt, alsó lapja natúr	Mind a két lap csiszolt
Végig víz alatt tárolt Φ150·300 mm méretű próbahengerek	Töréskor nem robbantak	Töréskor robbantak	Töréskor robbantak
Átlagos nyomószilárdság, N/mm^2	42,8	51,4	52,7
Nyomószilárdság, %	100,0	120,0	123,1
Szórás, N/mm^2	1,68	0,67	1,64
Mértékadó szórás, N/mm^2	3,00	3,00	3,00
Student-tényező, n = 3	2,92	2,92	2,92
Jellemző érték, N/mm^2	34,06	42,63	43,94
Nyomószilárdsági osztály	C30/37	C40/50	C40/50
Szórás a terjedelemből, N/mm^2	1,95	0,71	1,89
Mértékadó szórás, N/mm^2	3,00	3,00	3,00

$s = T_3/3{,}31$

A csiszolt Ø150×300 mm méretű próbahenger nyomószilárdságának jellemző értéke akár meg is haladhatja a 150 mm élhosszúságú próbakocka nyomószilárdságának jellemző értékét.

A nyomószilárdságot az MSZ EN 12390-3 szerint kell meghatározni, azzal a kiegészítéssel, hogy azoknak a próbatesteknek a teherviselésre szánt felületét, amelyek mérete vagy alakja az MSZ EN 12390-1 előírásainak, illetve az MSZ EN 12390-3 szabvány B melléklete előírásainak megfelel, az MSZ EN 12390-3 szabvány 5. fejezete, illetve A melléklete szerint kiigazítani indokolatlan (értelmezésem szerint nem szabad!).

Az MSZ EN 12390-1 előírásainak, illetve az MSZ EN 12390-3 szabvány B melléklete előírásainak meg nem felelő méretű vagy alakú próbatestek csiszolással történő kiigazítása az MSZ 4798:2016 szabvány szerint nem javasolt (nem szabad!), mert a korrekciós tényezőnek jelenleg nincs közmegegyezéssel elfogadott értéke.

Az MSZ EN 12390-3 szabvány 5.2. szakasz első mondata úgy értelmezendő, hogy a nyomószilárdság vizsgálati próbatestek méretét az MSZ EN 12390-3 szabvány B melléklete szerint meg kell vizsgálni, és ha a próbatest mérete az MSZ EN 12390-1 szerinti méretekre előírt mérettűréseken kívül esik, akkor a próbatestet nyomószilárdság vizsgálat előtt vagy kalcium-aluminát cementhabarccsal vagy kénkeverékkel vagy homokdoboz módszerrel ki kell igazítani, vagy a nyomószilárdság vizsgálatból ki kell hagyni.

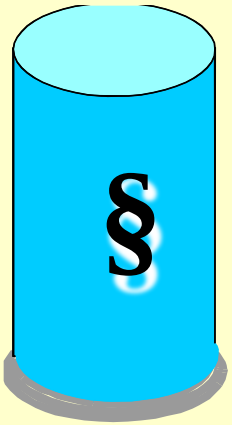
2010 óta

a betonszerkezetek tervezését az MSZ EN 1992-1-1:2010 (Eurocode 2) méretezési szabvány alapján kell végezni.

Az MSZ EN 1992-1-1:2010 szabvány szerint

- **a meg nem felelő tétel elfogadási valószínűsége: 50 %,**
- **az alulmaradási hányad: 5,0 %,**
- **az alulmaradási (*Student*) tényező értéke $t_{n>40}$ esetén: 1,645.**

Az MSZ EN 1992-1-1:2010 szabvány a beton nyomószilárdsága alatt a 28 napos korú, végig víz alatt tárolt Ø150×300 mm méretű hengerek szilárdságát érti,



a beton nyomószilárdságának megfelelőségét a 150 mm átmérőjű, 300 mm magas, végig víz alatt tárolt próbahengerek nyomószilárdsága alapján ítéli meg, következésképpen a megfelelőségi feltételek is ezekre a hengerekre vonatkoznak.

AZ ÁTLAGOS NYOMÓSZILÁRDSÁG ELVÁRT ÉRTÉKE, AMIKOR A NYOMÓSZILÁRDSÁG VIZSGÁLATI EREDMÉNYEK SZÓRÁSA NEM ISMERT

MSZ EN 1992-1-1:2010 (Eurocode 2) szabvány 3.1. táblázata szerint:

$$f_{cm} = f_{ck} + 8\ \mathrm{N/mm^2}$$

ahol:

f_{cm} **a beton nyomószilárdságának szabványos méretű és végig víz alatt tárolt próbahengeren értelmezett, előírt átlag értéke, és**

f_{ck} **a beton nyomószilárdságának ugyanilyen szabványos próbahengeren értelmezett, előírt jellemző értéke.**

Ugyanakkor az MSZ EN 206:2014 szabvány szerint a kezdeti gyártás során:

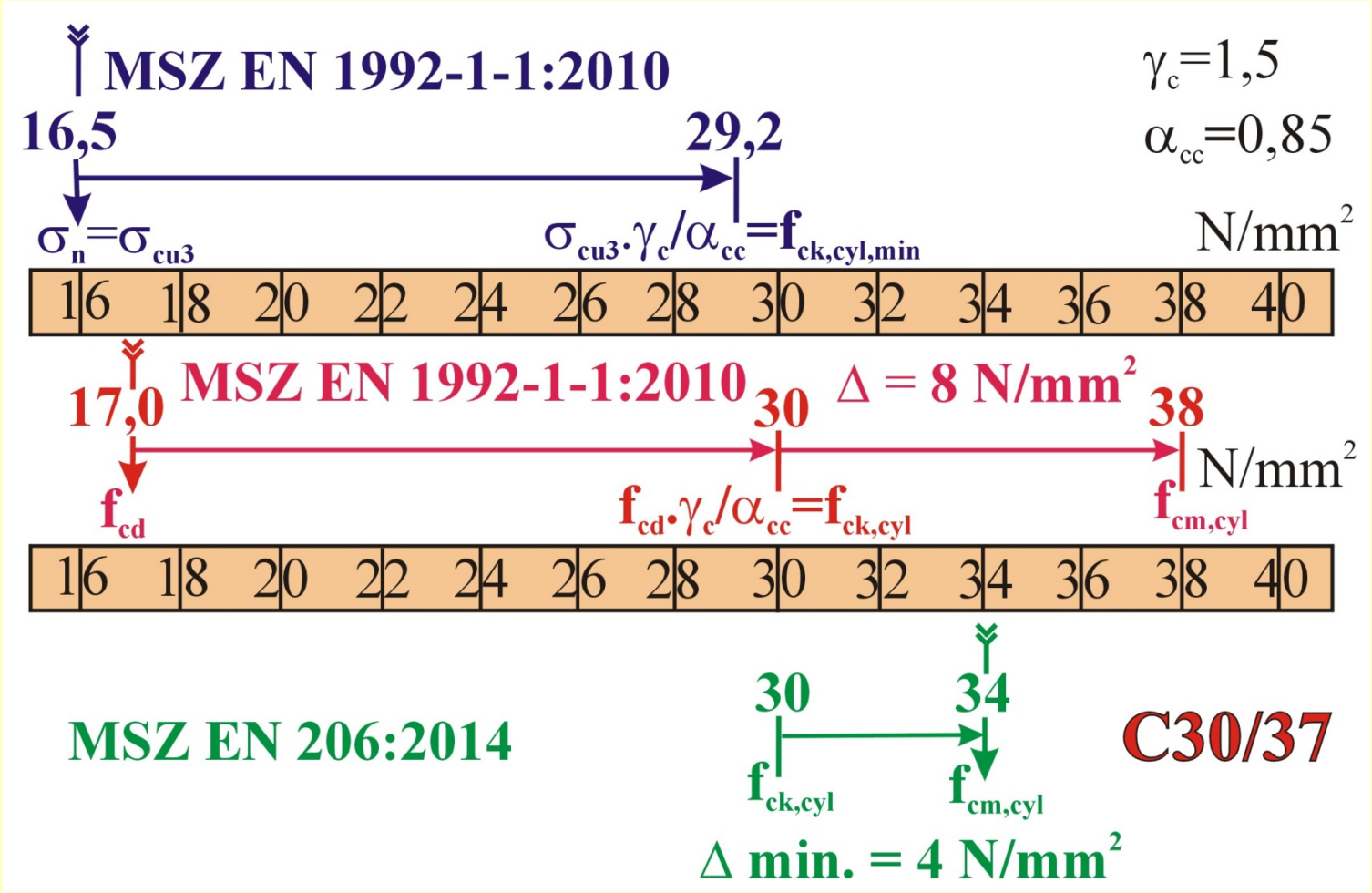
$$f_{cm,test} = f_{ck} + 4\ \mathrm{N/mm^2}$$

MSZ EN 1992-1-1:2010 Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése. 1-1. rész: Általános és épületekre vonatkozó szabályok

3.1. táblázat: A betonok szilárdsági és alakváltozási jellemzői

Betonszilárdsági osztályok															Analitikus összefüggés/magyarázat
f_{ck} [MPa]	12	16	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90	
$f_{ck,cube}$ [MPa]	15	20	25	30	37	45	50	55	60	67	75	85	95	105	
f_{cm} [MPa]	20	24	28	33	38	43	48	53	58	63	68	78	88	98	$f_{cm}=f_{ck}+8$ [MPa]
f_{ctm} [MPa]	1,6	1,9	2,2	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	$f_{ctm}=0{,}30f_{ck}^{(2/3)} \le$ C50/60 $f_{ctm}=2{,}12\times\ln[1+(f_{cm}/10)]$ >C50/60
$f_{ctk,0,05}$ [MPa]	1,1	1,3	1,5	1,8	2,0	2,2	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,2	3,4	3,5	$f_{ctk0,05}=0{,}7f_{ctm}$ 5%-os kvantilis
$f_{ctk,0,95}$ [MPa]	2,0	2,5	2,9	3,3	3,8	4,2	4,6	4,9	5,3	5,5	5,7	6,0	6,3	6,6	$f_{ctk0,95}=1{,}3f_{ctm}$ 95%-os kvantilis
E_{cm} [GPa]	27	29	30	31	33	34	35	36	37	38	39	41	42	44	$E_{cm}=22(f_{cm}/10)^{0,3}$ (f_{cm} MPa-ban)
ε_{c1} [‰]	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,25	2,3	2,4	2,45	2,5	2,6	2,7	2,8	2,8	lásd a 3.2. ábrát ε_{c1}[‰]$=0{,}7f_{cm}^{0,31} \le 2{,}8$
ε_{cu1} [‰]	3,5									3,2	3,0	2,8	2,8	2,8	lásd a 3.2. ábrát ha $f_{ck} \ge 50$ MPa: ε_{cu1}[‰]$=2{,}8+27[(98-f_{cm})/100]^4$
ε_{c2} [‰]	2,0									2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	lásd a 3.3. ábrát ha $f_{ck} \ge 50$ MPa: ε_{c2}[‰]$=2{,}0+0{,}085(f_{ck}-50)^{0,53}$
ε_{cu2} [‰]	3,5									3,1	2,9	2,7	2,6	2,6	lásd a 3.3. ábrát ha $f_{ck} \ge 50$ MPa: ε_{cu2}[‰]$=2{,}6+35[(90-f_{ck})/100]^4$
n	2,0									1,75	1,6	1,45	1,4	1,4	ha $f_{ck} \ge 50$ MPa: $n=1{,}4+23{,}4[(90-f_{ck})/100]^4$
ε_{c3} [‰]	1,75									1,8	1,9	2,0	2,2	2,3	lásd a 3.4. ábrát ha $f_{ck} \ge 50$ MPa: ε_{c3}[‰]$=1{,}75+0{,}55[(f_{ck}-50)/40]$
ε_{cu3} [‰]	3,5									3,1	2,9	2,7	2,6	2,6	lásd a 3.4. ábrát ha $f_{ck} \ge 50$ MPa: ε_{cu3}[‰]$=2{,}6+35[(90-f_{ck})/100]^4$

A beton nyomószilárdsága tervezési, jellemző és átlag értékének összevetése a tartós szilárdság figyelembevételével



γ_c a beton σ_{cu3} nyomófeszültségének biztonsági (parciális) tényezője

α_{cc} a beton σ_{cu3} nyomófeszültségének a tartós szilárdság figyelembevételére szolgáló osztója, 100 év tervezési élettartamú szerkezetek esetén α_{cc} = 0,85

σ_{cu} = igénybevételből a betonban ébredő nyomófeszültség

Az MSZ EN 1990:2011 szabvány a D. melléklet szerint értékelendő kísérletek fajtái között a D3. fejezet e) pontjában felsorolja a leszállított termékek azonosításához vagy minőség-ellenőrzéséhez, illetve a gyártási jellemzők egyenletességének vizsgálatához alkalmazott *ellenőrző kísérleteket*, mint például a hídkábelek vagy a betonkockák vizsgálatát.

D3. A kísérletek típusai

(1) Különbséget kell tenni a kísérletek következő típusai között:

a) olyan kísérletek, melyek adott terhelési körülmények esetén közvetlenül megadják a tartószerkezet vagy a tartószerkezeti elem teherbírási vagy használhatósági jellemzőit. Ilyen kísérletek például fárasztóterheléssel vagy ütközési teherrel végezhetők;

b) előírt kísérleti eljárás alkalmazásával egy adott anyagjellemző meghatározására irányuló kísérletek; mint például talajvizsgálat a helyszínen vagy laboratóriumban, vagy új anyagok vizsgálata;

c) a tehermodell vagy az igénybevételek számításához alkalmazott modell paramétereiben lévő bizonytalanság csökkentésére irányuló kísérletek; mint például a szélcsatorna-kísérletek vagy a hullámzásból, ill. áramlásból származó hatások azonosítása;

d) az ellenállás számításához alkalmazott modell paramétereiben lévő bizonytalanság csökkentésére irányuló kísérletek; mint például tartószerkezetrészeken vagy tartószerkezeti elemeken végzett vizsgálatok (például tető- vagy födémszerkezetek esetén);

e) a leszállított termékek azonosításhoz vagy minőség-ellenőrzéséhez, ill. a gyártási jellemzők egyenletességének vizsgálatához alkalmazott ellenőrző kísérletek; mint például hidak kábeleinek vizsgálata vagy betonkocka-vizsgálatok;

Kísérlettel segített (statikai) tervezés során – amikor a szórás számítható – a jellemző (karakterisztikus) érték számításának módszere az MSZ EN 1990:2011 szabványban (D7. szakasz)

MAGYAR SZABVÁNY MSZ EN 1990

Eurocode: A tartószerkezetek tervezésének alapjai

– Általában az „ismeretlen V_X" sort kell alkalmazni abban az esetben, ha a V_X előzetes adatok alapján még nem ismert, és azt a mintából kell meghatározni a következők szerint:

$$s_x^2 = \frac{1}{n-1}\sum (x_i - m_x)^2$$

$$V_x = s_x / m_x$$

Az anyagtulajdonságok jellemző értékét az MSZ EN 1990:2011 Eurocode) D7. mellékletének ajánlott módszere szerint például az 5 %-os alulmaradási hányaddal kell kiszámítani: $X_k = X_m \times (1 - k_n \times V) = X_m - k_n \times s$, ahol X_m az átlagérték, k_n az alulmaradási tényező, $V = s/X_m$ a variációs tényező (variációs együttható, vagy relatív szórás), s a korrigált tapasztalati szórás.

(3) A γ_m parciális tényezőt általában a kísérleti eredmények alkalmazási területének figyelembevételével kell megválasztani.

A k_n értékek lényegében a *Student*-tényezők:

D1. táblázat: A k_n értékei az 5%-os karakterisztikus érték meghatározásához

n	1	2	3	4	5	6	8	10	20	30	∞
Ismert V_X	2,31	2,01	1,89	1,83	1,80	1,77	1,74	1,72	1,68	1,67	1,64
Ismeretlen V_X	–	–	3,37	2,63	2,33	2,18	2,00	1,92	1,76	1,73	1,64

1. MEGJEGYZÉS: Ez a táblázat normális eloszlás feltételezésével készült.

A gyártó a folyamatos gyártás eredményét az MSZ EN 206:2014 szabvány szerint az

$f_{ck,cube,test} = f_{cm,cube,test} - \lambda \times \sigma_{n,cube}$ **formulával értékeli,**

ahol az alulmaradási tényező: $\lambda = \lambda_{15,\ Taerwe} = 1{,}48$**.**

Ez az „alulmaradási formula” feltételezi, hogy

1. **a nem megfelelő friss betont nem építjük be, vagy utólag megerősítjük;**
2. **ha a gyártó „kritikusan jó” betont készít, akkor azt a feltételrendszer 0,7 körüli valószínűséggel megfelelőnek minősíti.**

E feltételezéssel szembeni észrevétel:

1. **a friss beton sorsát nem lehet nyomon követni, és a későbbiekben nem lehet megerősíteni;**
2. **szerkezeteink biztonsága szempontjából több mint méltányolható lenne az olyan módszer alkalmazása, amelyben az átadó és az átvevő kockázata nem 30-70 %, hanem 50-50 %.**

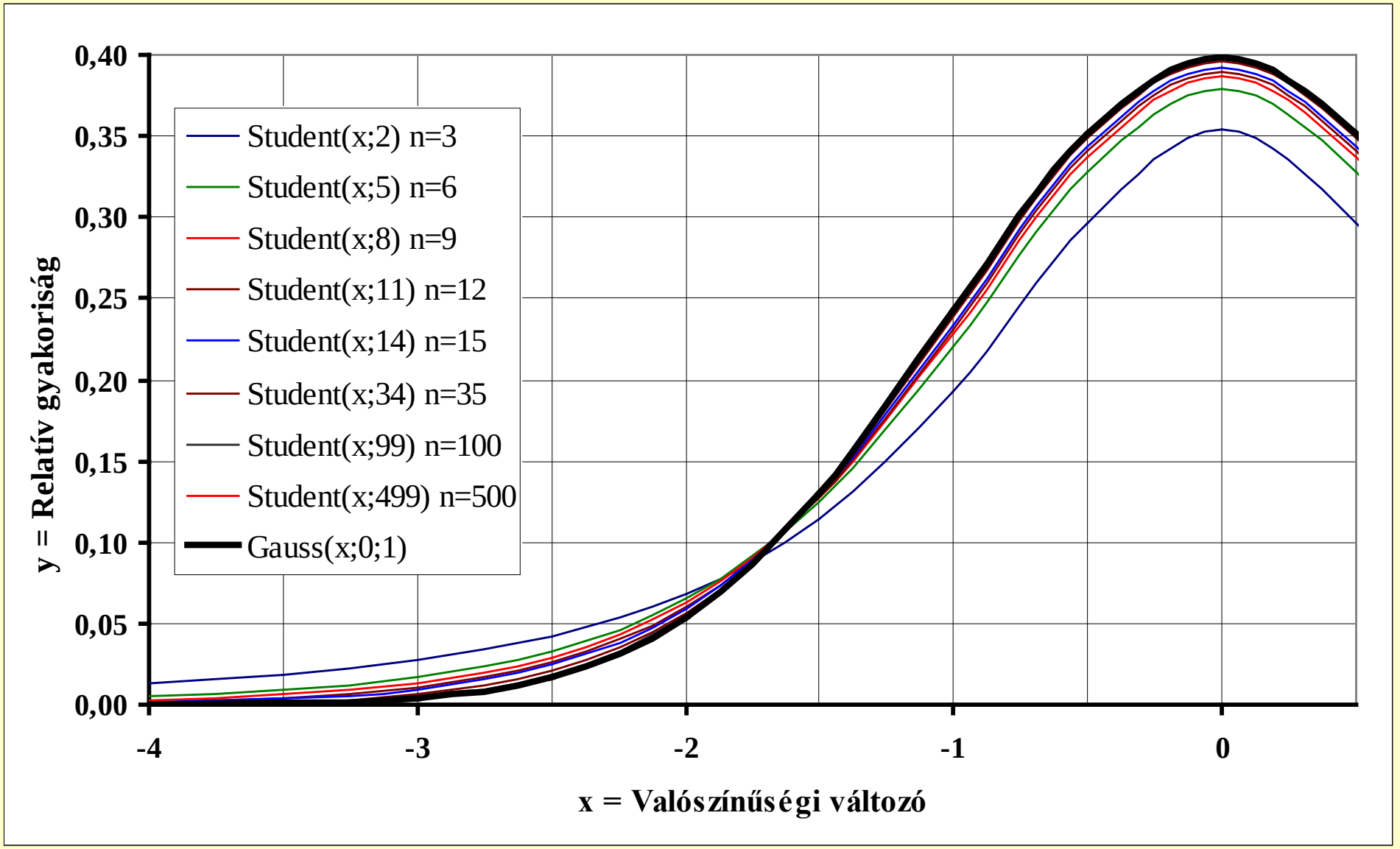
Ezért véleményünk szerint a nyomószilárdság vizsgálati eredmények értékelése során, ha összhangban kívánunk maradni az MSZ EN 1992-1-1:2010 (Eurocode 2) szabvánnyal, akkor a folyamatos gyártás során a *Student*-tényezővel kell (kellene) a jellemző (karakterisztikus) értéket kiszámítani:

$$f_{ck,cube,test} = f_{cm,cube,test} - \lambda_{n,Student} \times s_{n,cube,test}$$

Ha feltételezzük, hogy a vizsgálati eredmények egy általunk nem ismert μ várható értékű és σ szórású *Gauss*-féle normális eloszlást követnek, akkor az eloszlás 5%-os kvantilise az $f_{ck,test} = \mu - 1{,}645 \times \sigma$ formulával számolható.

Ha méréseink korlátozott száma miatt nem ismerjük az eloszlás szórását, akkor a valószínűségi változó ún. n - 1 szabadságfokú *Student*-féle *t*-eloszlást követi, és az 5%-os kvantilis értéke az n mintaszám függvényében a *t*-eloszlás táblázatból vett értékének segítségével becsülhető.

Ha a minták n száma növekszik, akkor a *Student*-féle *t*-eloszlás a *Gauss*-féle normális eloszláshoz, az $f_{cm,test}$ tapasztalati átlag a μ elméleti várható értékhez, az s tapasztalati szórás a σ elméleti szóráshoz tart.


0,40
0,35
0,30
0,25
0,20
0,15
0,10
0,05
0,00
y = Relatív gyakoriság
-4
-3
-2
-1
0
x = Valószínűségi változó
Student(x;2) n=3
Student(x;5) n=6
Student(x;8) n=9
Student(x;11) n=12
Student(x;14) n=15
Student(x;34) n=35
Student(x;99) n=100
Student(x;499) n=500
Gauss(x;0;1)

Alulmaradási tényezők

Mintaszám n	Szabadságfok a *Student*-féle eloszlás esetén n - 1	*Student*-tényező t_n	*Taerwe*-tényező λ_n
	(*Stange – Henning*, 1966)		(*Taerwe*, 1986)
2	1	6,314	
3	2	2,920	2,67
4	3	2,353	2,20
5	4	2,132	1,99
6	5	2,015	1,87
7	6	1,943	1,77
8	7	1,895	1,72
9	8	1,860	1,67
10	9	1,833	1,62
11	10	1,812	1,58
12	11	1,796	1,55
13	12	1,782	1,52
14	13	1,771	1,50
15	14	1,761	*1,48*
20	19	1,729	
30	29	1,699	
∞	∞	*1,645*	

Mind a *Student*-eloszlás alulmaradási tényezője, mind a *Taerwe*-féle $\lambda_{n=15}$ = 1,48-os érték matematikai statisztikailag korrekt, de — és ez a különbség igazi oka — teljességgel eltérő körülmények között.

Az MSZ EN 206:2014 szabványnak (és elődjének) az a komoly hiányossága, hogy a szabványba csak megfelelőségi feltétel került be, a folyamatos nyomon követés és utólagos javítás kötelezettsége nélkül, ami annyiban érthető, hogy végrehajthatatlan lenne.

Hosser, D. – Gensel, D.: **Kritische Bewertung der Statistik beim Konformitätsnachweis der Betondrickfestikkeit nach prEN 206. TU Braunschweig, IBMB (Inst. F. Baustoffe, Massivbau und Brandschutz) Im Auftrag des Deutschen Beton-Verein E.V. Braunschweig, 1995.**

OC-görbe (Operating characteristic curve)

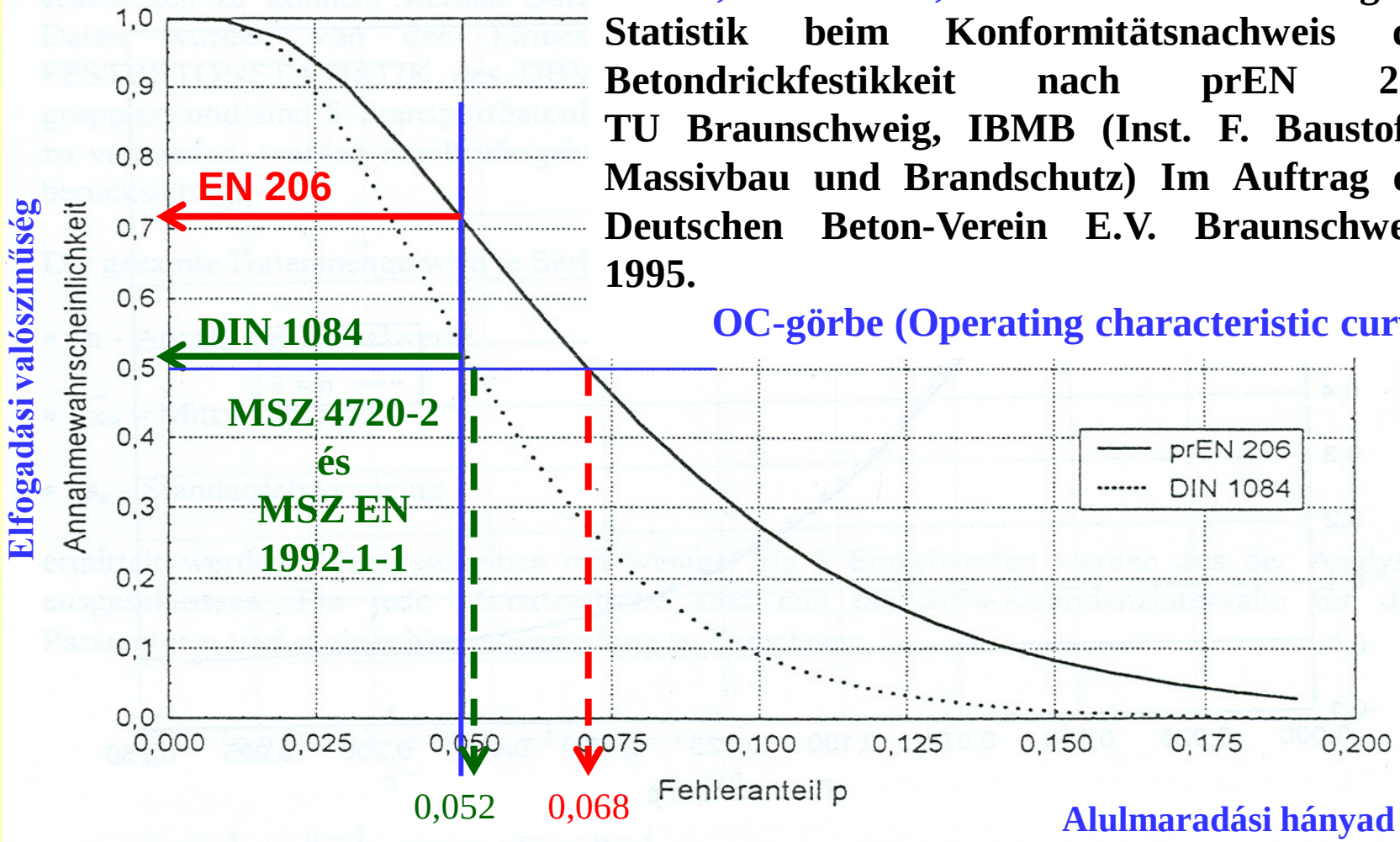


Bild 1: Annahmekennlinien zum Konformitätsnachweis nach prEN 206 und DIN 1084

Elfogadási jelleggörbe (OC-görbe) a megfelelőség igazolásához az EN 206, a DIN 1084 és az MSZ EN 1992-1-1 szabvány szerint

Hosser, D. – Gensel, D.: **Kritische Bewertung der Statistik beim Konformitätsnachweis der Betondrickfestikkeit nach prEN 206. TU Braunschweig, IBMB (Inst. F. Baustoffe, Massivbau und Brandschutz) Im Auftrag des Deutschen Beton-Verein E.V. Braunschweig, 1995.**

OC-görbe (Operating characteristic curve)

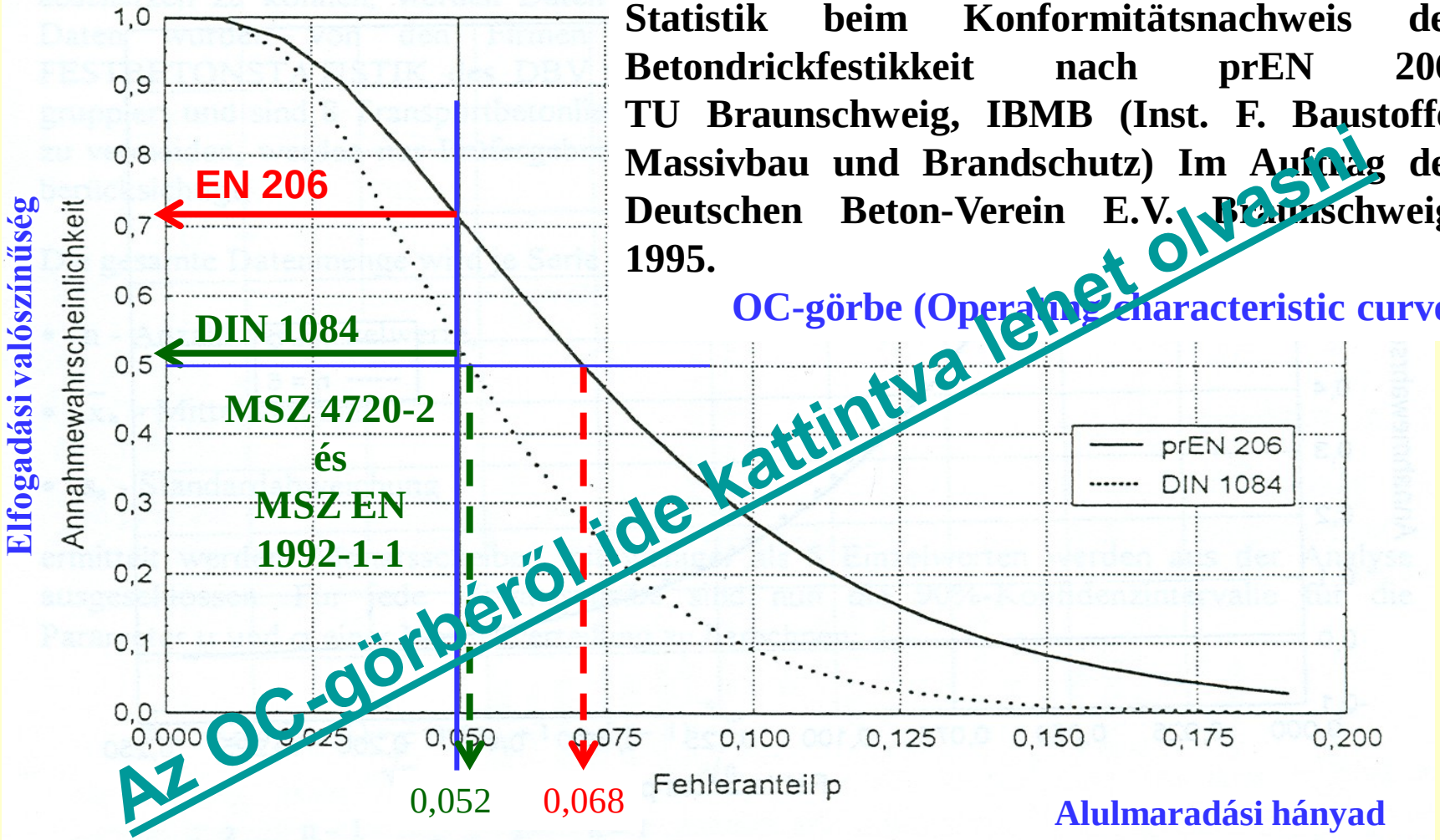


Bild 1: Annahmekennlinien zum Konformitätsnachweis nach prEN 206 und DIN 1084

Elfogadási jelleggörbe (OC-görbe) a megfelelőség igazolásához az EN 206, a DIN 1084 és az MSZ EN 1992-1-1 szabvány szerint

Annex J
(informative)

Deviation to accommodate a notified Spanish Regulation

(1) In the mandatory Spanish Regulation (Instrucción de Hormigón Estructural (in English: Structural Concrete Code), approved 18 July 2008 by Royal Decree 1247/2008), there is the requirement for the consumer risk to be not greater than 50 % where the population in the assessment period has exactly 5 % of all possible results below the characteristic strength. Alteration of this national regulation is outside of the competence of CEN/CENELEC members. For the application of EN 206 in Spain, the national regulation remains valid and Spain is free to use higher coefficients in formulation presented in section 8.2.1.3.2 (method B).

J függelék
(tájékoztatás)

Eltérés egy közzétett spanyol rendelet alkalmazásához

(1) Az „Instrucción de Hormigón Estructural” (Szabályok betonok méretezésére beton tartószerkezetekben) rendelkező spanyol előírás, amelyet 2008. július 18-án a 1247/2008. számú Királyi Rendelettel hagytak jóvá, tartalmazza azt a követelményt, hogy az átvevő kockázata legfeljebb 50%-os lehet, ha az értékelési időszak alatt az összes lehetséges eredmény alapsokaságának 5%-a a jellemző szilárdsági érték alatt van. Ennek a nemzeti szabályozásnak a megváltoztatása nem tartozik a CEN/CENELEC tagok hatáskörébe. Az EN 206 spanyolországi alkalmazása vonatkozásában továbbra is érvényes ez a nemzeti előírás, és ott magasabb együtthatók használata engedélyezett a 8.2.1.3.2. szakasz (B módszer) szerinti számításokban.

Mi a $W_{Ann}(0,05) = 0,5$ szerinti vizsgálati terv?

Ha bevezetjük az adott a *p* alulmaradási hányadú beton elfogadási valószínűségét, A(*p*)-t, — amely azt mondja meg, hogy a *p* alulmaradási hányadú betont milyen valószínűséggel fogjuk elfogadni, — akkor a minőségbiztosítási rendszer *p* = 0,05 alulmaradási hányad esetén a következő elfogadási feltétellel jellemezhető:

$$p \times A(p) \leq 0,05 \times A(p)$$

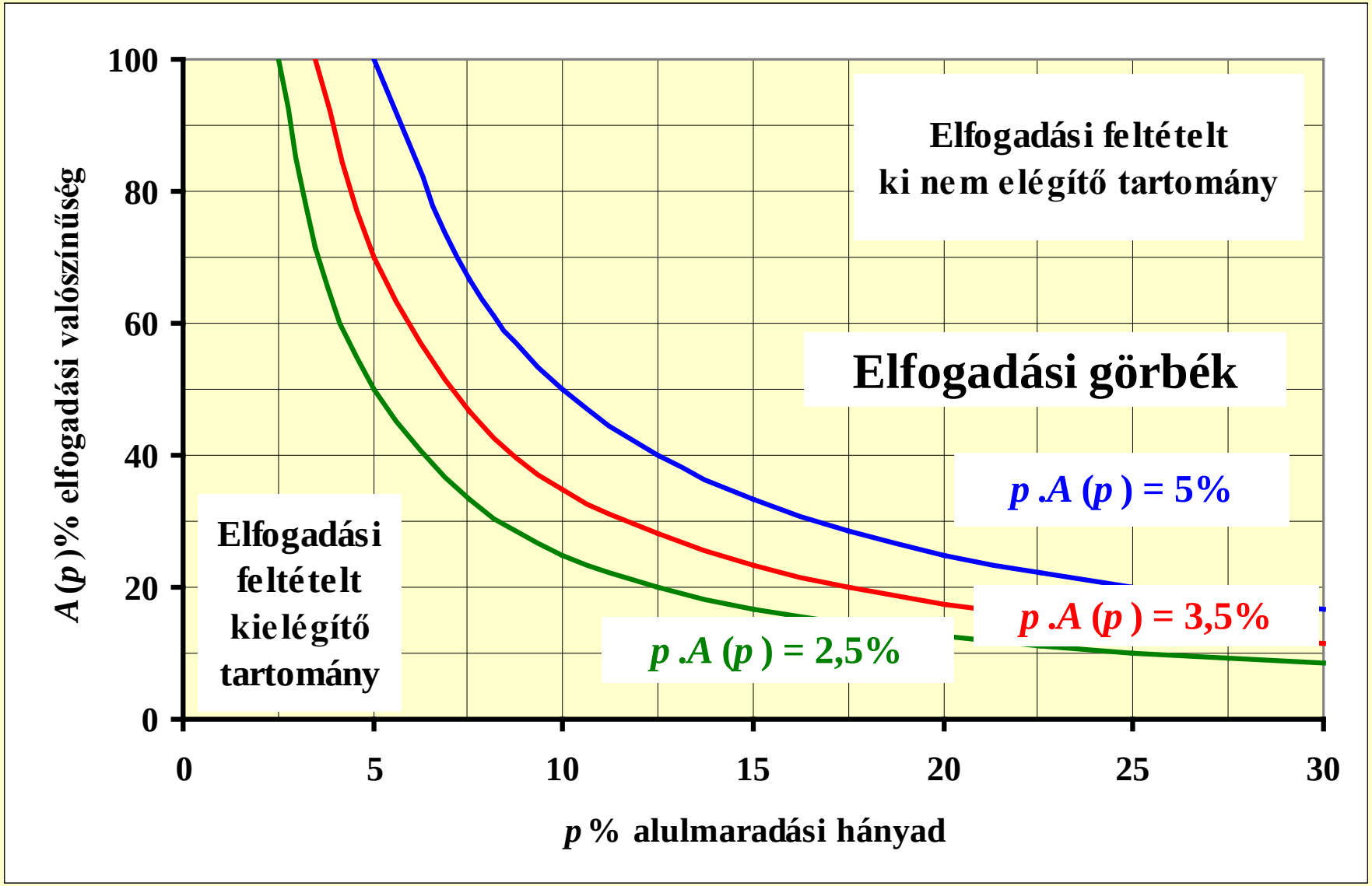
Ha az *elfogadási valószínűség* 50%,

akkor azt így jelöljük: *A(p) = 0,5*,

Németországban pedig így jelölik: $W_{Ann}(0,05) = 0,5$

A beton gyártója számára olyan minőségbiztosítási rendszer lenne a legkedvezőbb, amelyben ha a gyártó éppen „kritikusan jó” betont gyárt (azaz $p = 5\%$), akkor a beton 100% valószínűséggel ($A(p) = 1{,}0$) kerülne elfogadásra.

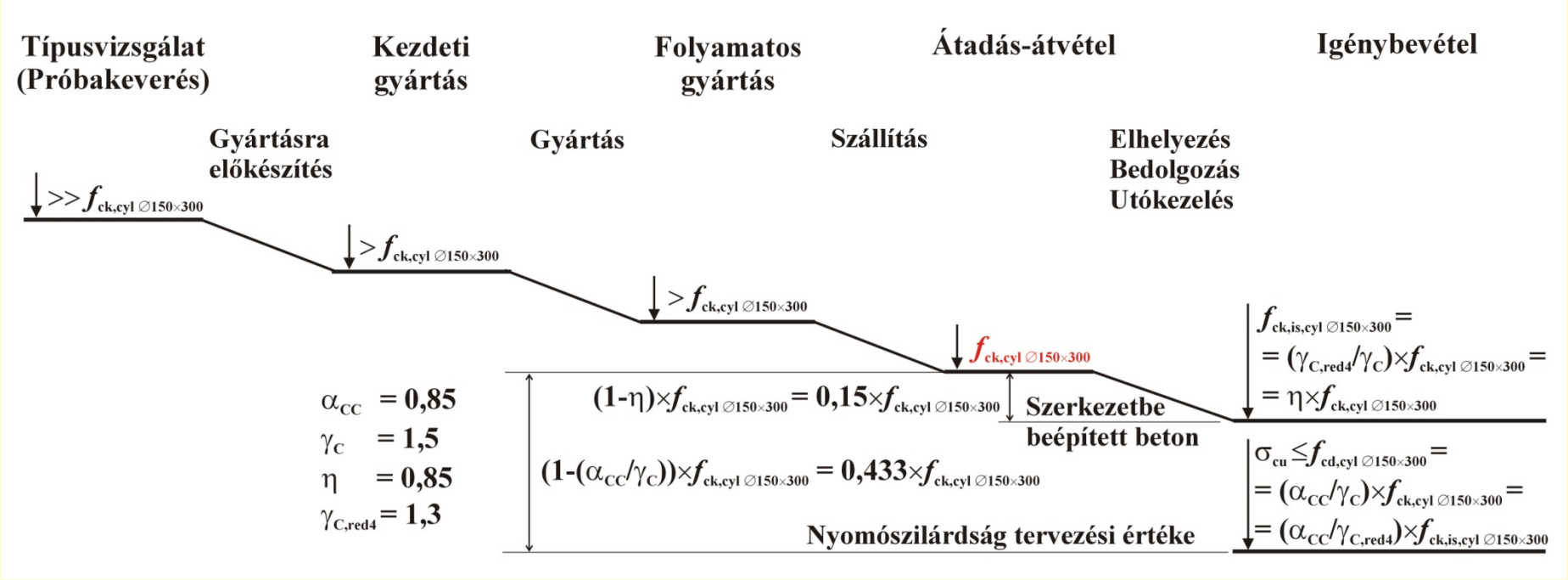
Az ilyen minőségbiztosítási rendszer $p = 0{,}05$ jellemző érték esetén a $p \times A(p) \leq 0{,}05 \times 1{,}0 \rightarrow 5\%$ feltételt teljesíti.



A(p) **a** ***p*** **jellemző értékű beton elfogadási valószínűsége. A** ***p*****×A(*****p*****) elfogadási feltétel értéke:**

Taerwe**-féle eloszlás esetén:** $p \times A(p) \leq 0{,}05 \times 0{,}7 = 0{,}035 \rightarrow 3{,}5\%$ **(MSZ EN 206:2014)**

Student**-féle eloszlás esetén:** $p \times A(p) \leq 0{,}05 \times 0{,}5 = 0{,}025 \rightarrow 2{,}5\%$ **(MSZ EN 1992-1-1:2010)**



Beton útja a típusvizsgálattól (próbakeveréstől) a szerkezetbe építésig (igénybevételig), avagy a beton előírt jellemző (karakterisztikus) értékének ($f_{ck,cyl\ Ø150\times300}$) változása a típusvizsgálat (próbakeverés) és a szerkezetbe építés (igénybevétel) között az MSZ EN 1992-1-1:2010 (Eurocode 2) és MSZ 4798:2016 szabvány szerint

GYÁRTÁSI IDŐSZAKOK

Az MSZ EN 206:2014 szabvány megkülönbözteti a kezdeti gyártást megelőző időszakot, a kezdeti gyártást és a folyamatos gyártást.

A kezdeti gyártást megelőző időszakban (típusvizsgálat időszaka, ezt korábban próbagyártásnak neveztük) új betonösszetétel alkalmazása esetén típusvizsgálatot (kísérletek sorát) kell végezni annak érdekében, hogy beton az előírt tulajdonságokat vagy a tervezett tulajdonságokat elérje.

A kezdeti gyártás a *legalább 35 egymás utáni*, kihagyás nélküli vizsgálati eredmény meghatározásáig tartó termelési időszak.

A folyamatos gyártás akkor kezdődik, amikor a kezdeti gyártás alatt *legalább 35 vizsgálati eredményt meghatároztak* 12 hónapnál nem hosszabb idő alatt.

Az MSZ 4798:2016 szabvány szerint a típusvizsgálat, a kezdeti gyártás és a folyamatos gyártás időszakában készített beton nyomószilárdságát az átadás-átvétel során a *gyártási időszaktól független átadás-átvételi összefüggések szerint* kell értékelni.

Kezdeti gyártást megelőző időszakban **a típusvizsgálat során 70 %-os elfogadási valószínűség mellett a végig víz alatt tárolt 150 mm élhosszúságú kockák, illetve ilyenek alkotta minták átlagos nyomószilárdsága ($f_{cm,cube,test}$) elégítse ki a következő feltételt,**

ha a nyomószilárdsági osztály ≤ C50/60, akkor:

$$f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 6{,}0 \qquad \text{N/mm}^2$$

és ha a nyomószilárdsági osztály ≥ C55/67 (nagyszilárdságú beton), akkor a következő feltételt:

$$f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 8{,}0 \qquad \text{N/mm}^2$$

ha pedig a próbakockákat vegyesen tárolták, akkor a következő feltételt:

ha a nyomószilárdsági osztály ≤ C50/60, akkor:

$$f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}92 + 6{,}5 \qquad \text{N/mm}^2$$

és ha a nyomószilárdsági osztály ≥ C55/67 (nagyszilárdságú beton), akkor a következő feltételt:

$$f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}95 + 8{,}5 \qquad \text{N/mm}^2$$

Kezdeti gyártás 70 %-os elfogadási valószínűség mellett

Az MSZ 4798:2016 szabvány szerint, ha a kezdeti gyártás során a nyomószilárdságot végig víz alatt tárolt 150 mm élhosszúságú próbakockák, illetve ilyenek alkotta minták alkalmazásával határozzák meg, akkor az $f_{cm,cube,test}$ átlag értéknek ki kell elégítenie a következő feltételt, ha a nyomószilárdsági osztály ≤ C50/60:

$$f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 6{,}0 \qquad \text{N/mm}^2$$

és ha a nyomószilárdsági osztály ≥ C55/67 (nagyszilárdságú beton), akkor a következő feltételt:

$$f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 8{,}0 \qquad \text{N/mm}^2$$

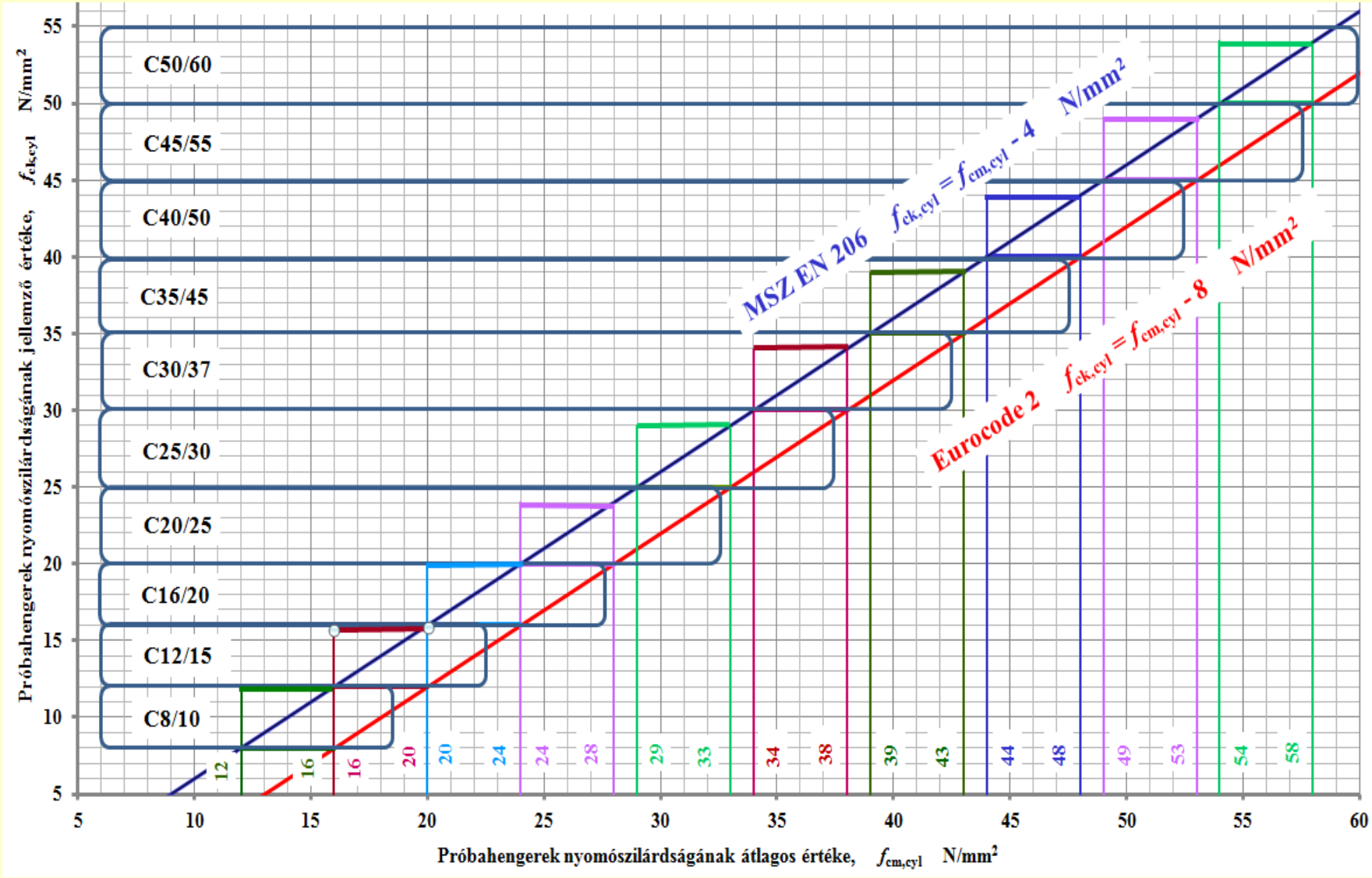
Ha a nyomószilárdságot vegyesen tárolt 150 mm élhosszúságú próbakockák, illetve ilyenek alkotta minták alkalmazásával határozzák meg, akkor az $f_{cm,cube,test,H}$ átlag értéknek ki kell elégítenie a következő feltételt, ha a nyomószilárdsági osztály ≤ C50/60:

$$f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}92 + 6{,}5 \qquad \text{N/mm}^2$$

és ha a nyomószilárdsági osztály ≥ C55/67 (nagyszilárdságú beton), akkor a következő feltételt:

$$f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}95 + 8{,}5 \qquad \text{N/mm}^2$$

A kezdeti gyártás $n = 35$ vizsgálati eredményéből meg kell határozni a $\sigma_{35,cube,test}$, illetve $\sigma_{35,cube,test,H}$ szórást.



Összehasonlítás az Eurocode 2 és az MSZ EN 206 szabvány szerinti nyomószilárdság értékelés eredménye között, ha a betont kezdeti gyártással készítik, és az átadás-átvételi eljárás során

Folyamatos gyártás 70 %-os elfogadási valószínűség mellett

Az MSZ 4798:2016 szabvány szerint, ha folyamatos gyártás során a nyomószilárdságot legalább $n = 15$ darab végig víz alatt tárolt 150 mm élhosszúságú próbakocka, illetve minta alkalmazásával határozzák meg, akkor az $f_{cm,cube,test}$ átlag érték elégítse ki a következő feltételt:

$$f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 1{,}48 \times \sigma_{35,cube,test} \qquad \text{N/mm}^2$$

Ha a folyamatos gyártás során a nyomószilárdságot legalább 15 darab vegyesen tárolt 150 mm élhosszúságú próbakocka, illetve ilyenek alkotta minta alkalmazásával határozzák meg, akkor az $f_{cm,cube,test,H}$ átlag érték elégítse ki a következő feltételt, ha a nyomószilárdsági osztály $\leq$ C50/60:

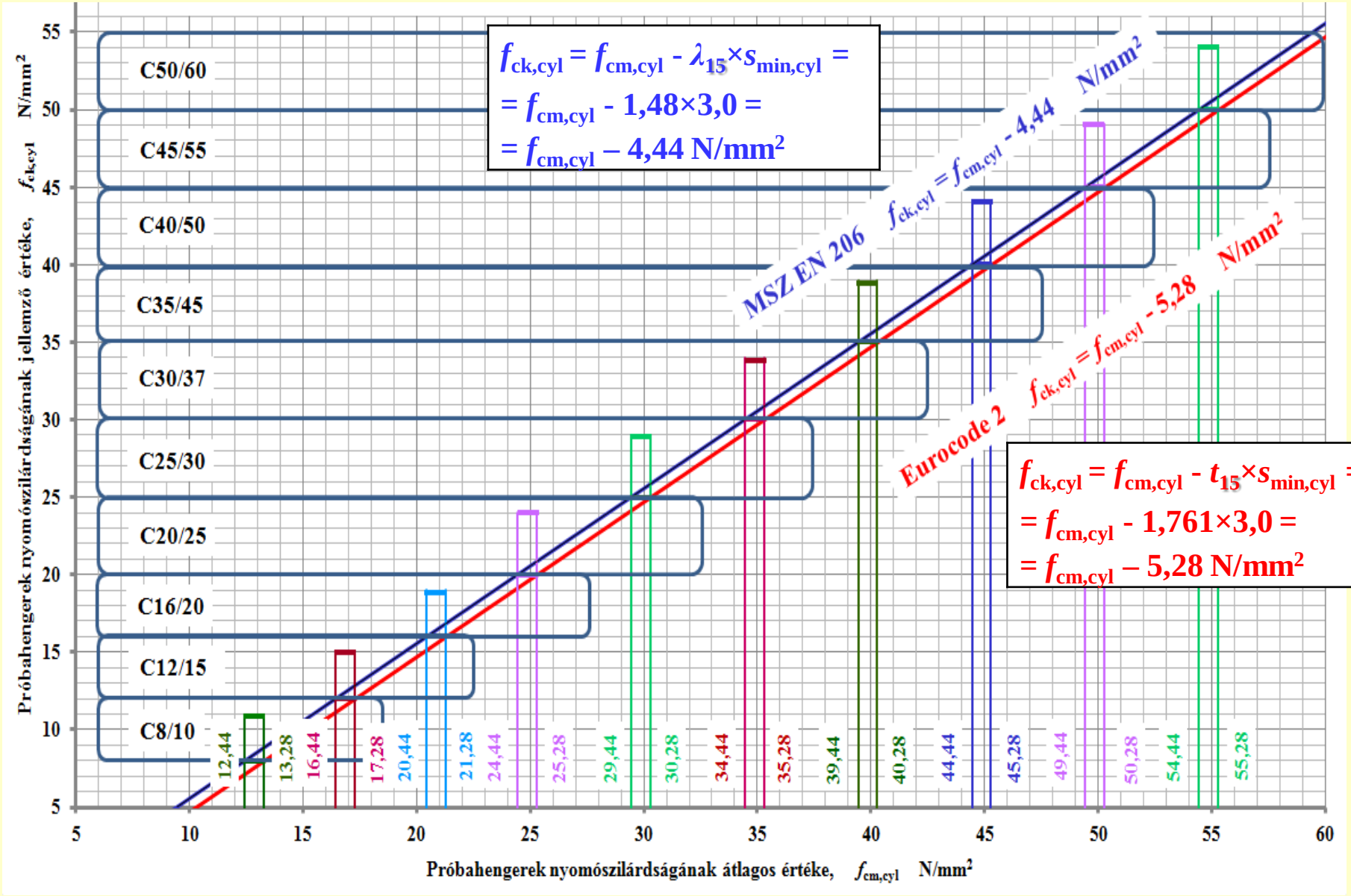
$$f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}92 + 1{,}48 \times \sigma_{35,cube,test,H} \qquad \text{N/mm}^2$$

és ha a nyomószilárdsági osztály $\geq$ C55/67 (nagyszilárdságú beton), akkor a következő feltételt:

$$f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}95 + 1{,}48 \times \sigma_{35,cube,test,H} \qquad \text{N/mm}^2$$

Ha a $\sigma_{35,cube,test}$, illetve $\sigma_{35,cube,test,H}$ szórás a kezdeti gyártásból nem ismert, akkor ezek helyett a minta $s_{cube,test}$, illetve $s_{cube,test,H}$ szórásával kell számolni (ún. „D" módszer).

Abban az esetben, ha $n < 15$, akkor az alulmaradási tényező 1,48 helyett a próbakockák, illetve minták n számának függvényét képező λ_n (*Taerwe*-tényező).



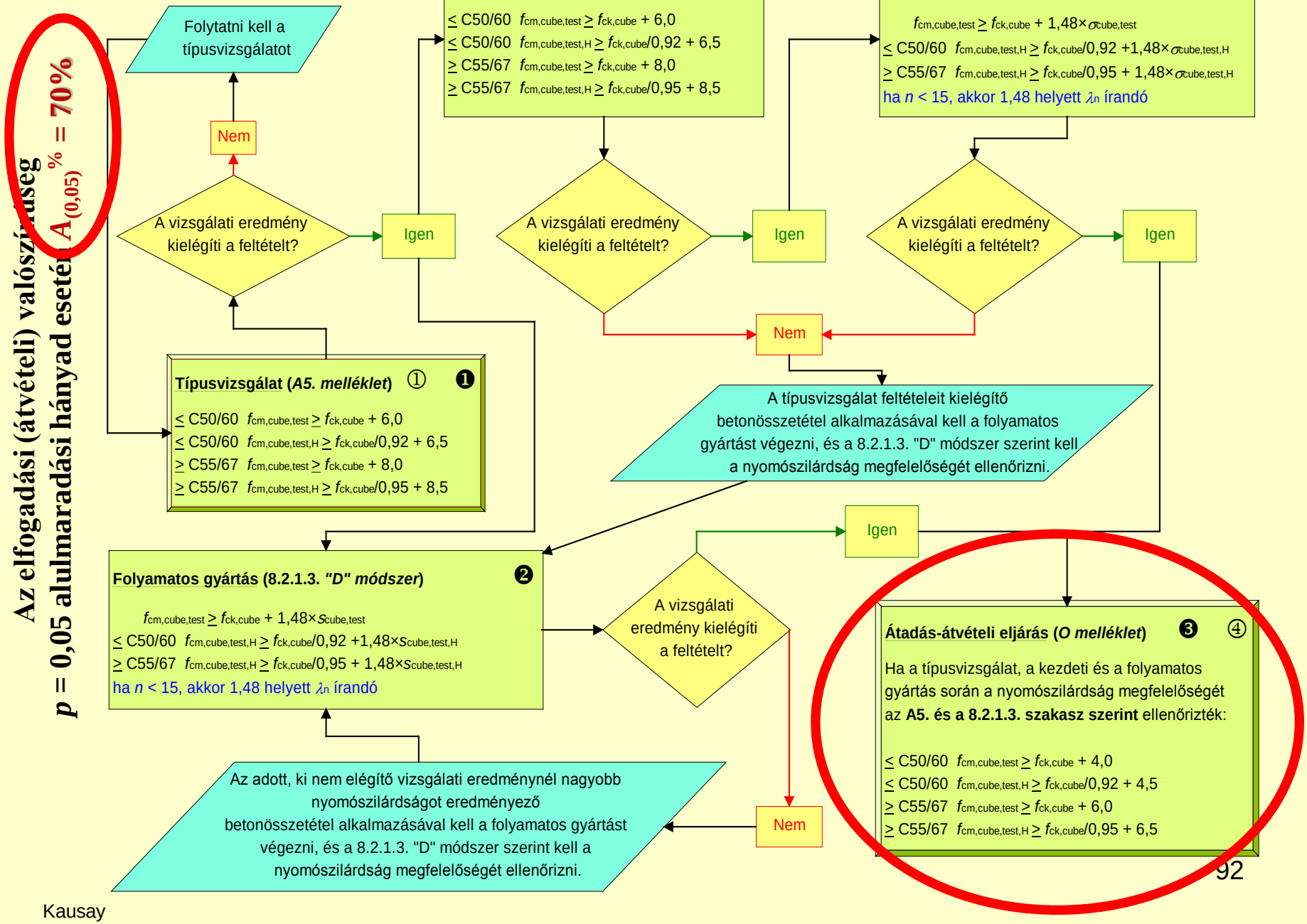
Összehasonlítás az Eurocode 2 és az MSZ EN 206 szabvány szerinti nyomószilárdság értékelés eredménye között, ha a betont folyamatos gyártással készítik

Nyomószilárdság értékelési rendje az MSZ 4798:2016 szabvány szerint

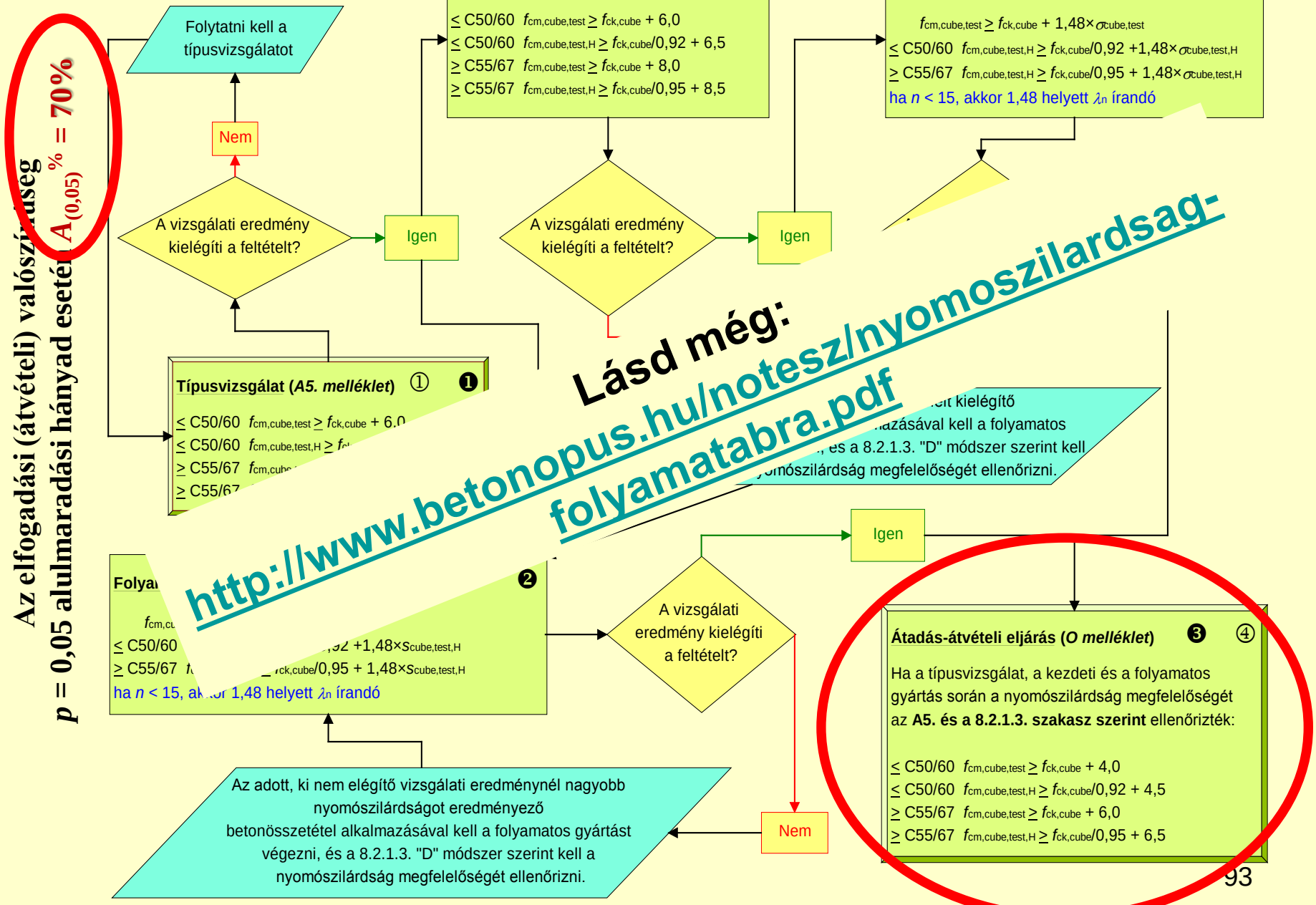
Nyomószilárdság szerinti megfelelőség értékelése			
a **kezdeti gyártást megelőző** időszakban végzett **típusvizsgálat** eredménye alapján	a **kezdeti gyártás** időszakában végzett **gyártásközi ellenőrzés** eredménye alapján Megfelelőségi feltétel a kezdeti gyártás során	a **folyamatos gyártás** időszakában végzett **gyártásközi ellenőrzés** eredménye alapján Megfelelőségi feltétel a folyamatos gyártás során	az **átadás-átvételi** eljárás során **a gyártási időszaktól függetlenül**
Megfelelőség értékelés résztvevői			
Típusvizsgálat értékelése, felügyelete és tanúsítása : Gyártó Felügyelő (tanúsító) szervezet Vizsgáló laboratórium	Gyártásközi ellenőrzés értékelése, felügyelete és tanúsítása : Gyártó Felügyelő (tanúsító) szervezet Vizsgáló laboratórium	Gyártásközi ellenőrzés értékelése, felügyelete és tanúsítása : Gyártó Felügyelő (tanúsító) szervezet Vizsgáló laboratórium	Átadás-átvételi eljárás során: Gyártó Vevő Vizsgáló laboratórium
A 150 mm élhosszúságú, 28 napos korú próbakockák, illetve ilyenek alkotta minták átlagos nyomószilárdságának ($f_{cm,cube,test}$, $f_{cm,cube,test,H}$) megfelelősége, N/mm^2			
Lásd a következő táblázatot			Lásd a következő diákat

Nyomószilárdság értékelési rendje az MSZ 4798:2016 szabvány szerint, ha az elfogadási valószínűség p = 0,05 alulmaradási hányad esetén $A_{(0,05)}{}^{\%} = 70\%$

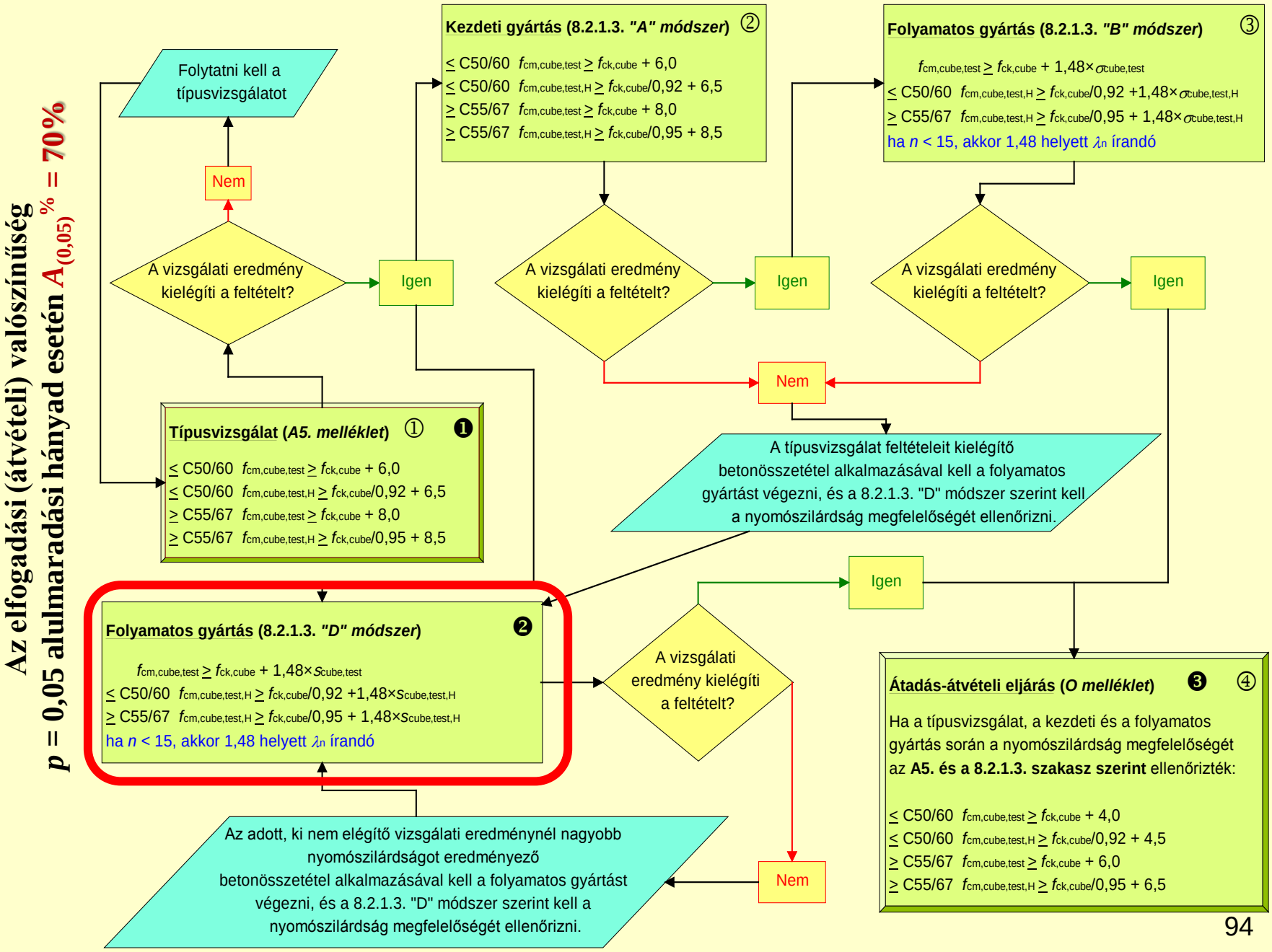
Nyomószilárdság szerinti megfelelőség értékelése			
a **kezdeti gyártást megelőző** időszakban végzett **típusvizsgálat** eredménye alapján	a **kezdeti gyártás** időszakában végzett **gyártásközi ellenőrzés** eredménye alapján	a **folyamatos gyártás** időszakában végzett **gyártásközi ellenőrzés** eredménye alapján	az **átadás-átvételi** eljárás során **a gyártási időszaktól függetlenül**
Megfelelőségi feltétel a kezdeti gyártás során		**Megfelelőségi feltétel a folyamatos gyártás során**	
A 150 mm élhosszúságú, 28 napos korú próbakockák, illetve ilyenek alkotta minták átlagos nyomószilárdságának ($f_{cm,cube,test}$, $f_{cm,cube,test,H}$) megfelelősége, N/mm²			
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 6,0$	**≤ C50/60** $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 6,0$	**≤ C50/60 és ≥ C55/67** $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 1,48 \times \sigma_{cube,test}$	**≤ C50/60** $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 4,0$
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 6,5$	**≤ C50/60** $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 6,5$	**≤ C50/60** $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 1,48 \times \sigma_{cube,test,H}$	**≤ C50/60** $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 4,5$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 8,0$	**≥ C55/67** $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 8,0$	**≥ C55/67** $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 1,48 \times \sigma_{cube,test,H}$	**≥ C55/67** $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 6,0$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 8,5$	**≥ C55/67** $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 8,5$	**ha n < 15, akkor 1,48 helyett λ_n írandó**, és ahol λ_n a *Taerwe*-tényező és $\sigma_{cube,test} \rightarrow s_{cube,test}$ stb.	**≥ C55/67** $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 6,5$


Az elfogadási (átvételi) valószínűség
p = 0,05 alulmaradási hányad esetén $A_{(0,05)}$ % = 70%
Folytatni kell a típusvizsgálatot
Nem
A vizsgálati eredmény kielégíti a feltételt?
Igen
Típusvizsgálat (A5. melléklet) ① ❶
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 6,0$
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 6,5$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 8,0$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 8,5$
Kezdeti gyártás (8.2.1.3. "A" módszer) ②
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 6,0$
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 6,5$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 8,0$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 8,5$
Folyamatos gyártás (8.2.1.3. "B" módszer) ③
$f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 1,48 \times \sigma_{cube,test}$
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 1,48 \times \sigma_{cube,test,H}$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 1,48 \times \sigma_{cube,test,H}$
ha n < 15, akkor 1,48 helyett λ_n írandó
A típusvizsgálat feltételeit kielégítő betonösszetétel alkalmazásával kell a folyamatos gyártást végezni, és a 8.2.1.3. "D" módszer szerint kell a nyomószilárdság megfelelőségét ellenőrizni.
Folyamatos gyártás (8.2.1.3. "D" módszer) ❷
$f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 1,48 \times s_{cube,test}$
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 1,48 \times s_{cube,test,H}$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 1,48 \times s_{cube,test,H}$
ha n < 15, akkor 1,48 helyett λ_n írandó
Az adott, ki nem elégítő vizsgálati eredménynél nagyobb nyomószilárdságot eredményező betonösszetétel alkalmazásával kell a folyamatos gyártást végezni, és a 8.2.1.3. "D" módszer szerint kell a nyomószilárdság megfelelőségét ellenőrizni.
A vizsgálati eredmény kielégíti a feltételt?
Igen
Nem
Átadás-átvételi eljárás (O melléklet) ❸ ④
Ha a típusvizsgálat, a kezdeti és a folyamatos gyártás során a nyomószilárdság megfelelőségét az A5. és a 8.2.1.3. szakasz szerint ellenőrizték:
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 4,0$
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 4,5$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 6,0$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 6,5$

Kausay


Az elfogadási (átvételi) valószínűség
p = 0,05 alulmaradási hányad esetén $A_{(0,05)}$ % = 70 %
Folytatni kell a típusvizsgálatot
Nem
A vizsgálati eredmény kielégíti a feltételt?
Igen
Típusvizsgálat (A5. melléklet) ① ❶
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 6,0$
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 6,5$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 8,0$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 8,5$
Kezdeti gyártás (8.2.1.3. "A" módszer) ②
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 6,0$
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 6,5$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 8,0$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 8,5$
A vizsgálati eredmény kielégíti a feltételt?
Igen
Folyamatos gyártás (8.2.1.3. "B" módszer) ③
$f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 1,48 \times \sigma_{cube,test}$
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 1,48 \times \sigma_{cube,test,H}$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 1,48 \times \sigma_{cube,test,H}$
ha n < 15, akkor 1,48 helyett λ_n írandó
Lásd még:
http://www.betonopus.hu/notesz/nyomoszilardsag-folyamatabra.pdf
Folya ❷
$f_{cm,cu}$
≤ C50/60 ,92 +1,48×$s_{cube,test,H}$
≥ C55/67 $f_{ck,cube}$/0,95 + 1,48×$s_{cube,test,H}$
ha n < 15, ak or 1,48 helyett λ_n írandó
A vizsgálati eredmény kielégíti a feltételt?
Igen
Nem
Átadás-átvételi eljárás (O melléklet) ❸ ④
Ha a típusvizsgálat, a kezdeti és a folyamatos gyártás során a nyomószilárdság megfelelőségét az A5. és a 8.2.1.3. szakasz szerint ellenőrizték:
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 4,0$
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 4,5$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 6,0$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 6,5$
Az adott, ki nem elégítő vizsgálati eredménynél nagyobb nyomószilárdságot eredményező betonösszetétel alkalmazásával kell a folyamatos gyártást végezni, és a 8.2.1.3. "D" módszer szerint kell a nyomószilárdság megfelelőségét ellenőrizni.

Kausay


Az elfogadási (átvételi) valószínűség
p = 0,05 alulmaradási hányad esetén $A_{(0,05)}$ % = 70%
Folytatni kell a típusvizsgálatot
Nem
A vizsgálati eredmény kielégíti a feltételt?
Igen
Típusvizsgálat (A5. melléklet) ① ❶
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 6,0$
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 6,5$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 8,0$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 8,5$
Kezdeti gyártás (8.2.1.3. "A" módszer) ②
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 6,0$
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 6,5$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 8,0$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 8,5$
Folyamatos gyártás (8.2.1.3. "B" módszer) ③
$f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 1,48 \times \sigma_{cube,test}$
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 1,48 \times \sigma_{cube,test,H}$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 1,48 \times \sigma_{cube,test,H}$
ha $n < 15$, akkor 1,48 helyett λ_n írandó
A típusvizsgálat feltételeit kielégítő betonösszetétel alkalmazásával kell a folyamatos gyártást végezni, és a 8.2.1.3. "D" módszer szerint kell a nyomószilárdság megfelelőségét ellenőrizni.
Folyamatos gyártás (8.2.1.3. "D" módszer) ❷
$f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 1,48 \times s_{cube,test}$
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 1,48 \times s_{cube,test,H}$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 1,48 \times s_{cube,test,H}$
ha $n < 15$, akkor 1,48 helyett λ_n írandó
A vizsgálati eredmény kielégíti a feltételt?
Igen
Nem
Átadás-átvételi eljárás (O melléklet) ❸ ④
Ha a típusvizsgálat, a kezdeti és a folyamatos gyártás során a nyomószilárdság megfelelőségét az A5. és a 8.2.1.3. szakasz szerint ellenőrizték:
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 4,0$
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 4,5$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 6,0$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 6,5$
Az adott, ki nem elégítő vizsgálati eredménynél nagyobb nyomószilárdságot eredményező betonösszetétel alkalmazásával kell a folyamatos gyártást végezni, és a 8.2.1.3. "D" módszer szerint kell a nyomószilárdság megfelelőségét ellenőrizni.

Kausay

***D módszer:* Folyamatos gyártás a típusvizsgálat eredménye alapján**

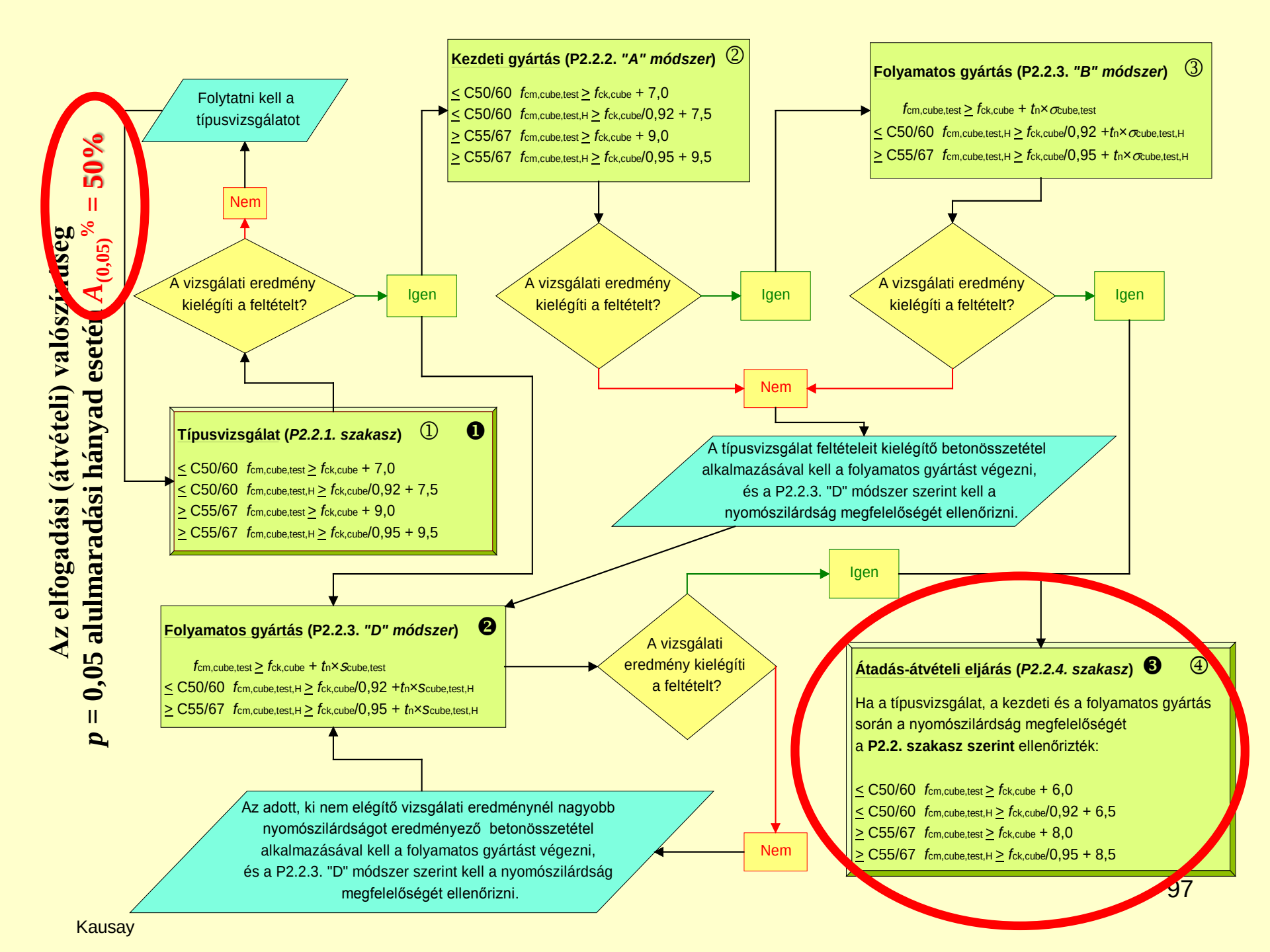
Az MSZ 4798:2016 szabvány 8.2.1.3.2. szakasza szerint a típusvizsgálat feltételeit kielégítő betonösszetétellel folyamatos gyártást lehet végezni, azaz a kezdeti gyártást át szabad ugrani, ki szabad hagyni.

A D módszer akkor alkalmazható, ha a kezdeti gyártás során 35 egymás utáni vizsgálati eredmény nem érhető el, és ezért egyrészt a kezdeti gyártásból a folyamatos gyártás eredményének értékeléséhez szükséges $\sigma_{35,cube,test}$, illetve $\sigma_{35,cube,test,H}$ szórást nem lehet meghatározni, és így a folyamatos gyártás nem kezdhető meg.

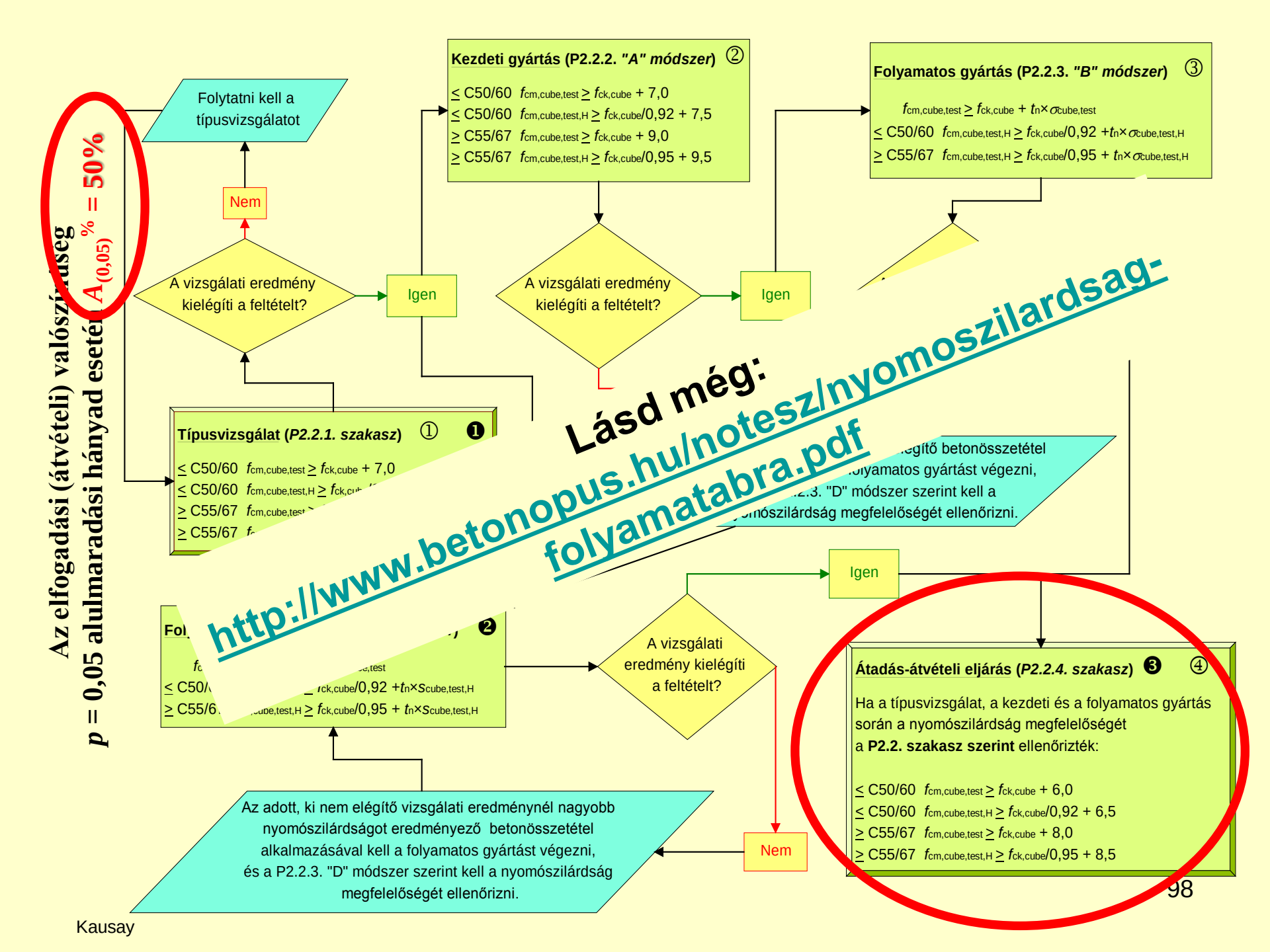
A D módszer alkalmazása során minden minta esetén meg kell határozni a minta saját $s_{cube,test}$, illetve $s_{cube,test,H}$ szórását, és ezzel kell a tapasztalati jellemző értéket ($f_{ck,cube,test}$, illetve $f_{ck,cube,test,H}$) kiszámítani.

Nyomószilárdság értékelési rendje az MSZ 4798:2016 szabvány szerint, ha az elfogadási valószínűség p = 0,05 alulmaradási hányad esetén $A_{(0,05)}{}^{\%} = 50\%$

Nyomószilárdság szerinti megfelelőség értékelése			
a **kezdeti gyártást megelőző** időszakban végzett **típusvizsgálat** eredménye alapján	a **kezdeti gyártás** időszakában végzett **gyártásközi ellenőrzés** eredménye alapján	a **folyamatos gyártás** időszakában végzett **gyártásközi ellenőrzés** eredménye alapján	az **átadás-átvételi** eljárás során **a gyártási időszaktól függetlenül**
A 150 mm élhosszúságú, 28 napos korú próbakockák, illetve ilyenek alkotta minták átlagos nyomószilárdságának ($f_{cm,cube,test}$, $f_{cm,cube,test,H}$) megfelelősége, N/mm²			
Megfelelőségi feltétel a kezdeti gyártás során		**Megfelelőségi feltétel a folyamatos gyártás során**	
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 7,0$	≤ C50/60 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 7,0$	≤ C50/60 és ≥ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + t_n \times \sigma_{cube,test}$	≤ C50/60 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 6,0$
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 7,5$	≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 7,5$	≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + t_n \times \sigma_{cube,test,H}$	≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 6,5$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 9,0$	≥ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 9,0$	≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + t_n \times \sigma_{cube,test,H}$	≥ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 8,0$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 9,5$	≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 9,5$	ahol t_n a *Student*-tényező és $\sigma_{cube,test} \rightarrow s_{cube,test}$ stb.	≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 8,5$


Az elfogadási (átvételi) valószínűség
p = 0,05 alulmaradási hányad esetén $A_{(0,05)}$ % = 50%
Folytatni kell a típusvizsgálatot
Nem
A vizsgálati eredmény kielégíti a feltételt?
Igen
Típusvizsgálat (P2.2.1. szakasz) ① ❶
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 7,0$
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 7,5$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 9,0$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 9,5$
Kezdeti gyártás (P2.2.2. "A" módszer) ②
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 7,0$
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 7,5$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 9,0$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 9,5$
Folyamatos gyártás (P2.2.3. "B" módszer) ③
$f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + t_n \times \sigma_{cube,test}$
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + t_n \times \sigma_{cube,test,H}$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + t_n \times \sigma_{cube,test,H}$
A típusvizsgálat feltételeit kielégítő betonösszetétel alkalmazásával kell a folyamatos gyártást végezni, és a P2.2.3. "D" módszer szerint kell a nyomószilárdság megfelelőségét ellenőrizni.
Folyamatos gyártás (P2.2.3. "D" módszer) ❷
$f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + t_n \times s_{cube,test}$
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + t_n \times s_{cube,test,H}$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + t_n \times s_{cube,test,H}$
A vizsgálati eredmény kielégíti a feltételt?
Igen
Nem
Átadás-átvételi eljárás (P2.2.4. szakasz) ❸ ④
Ha a típusvizsgálat, a kezdeti és a folyamatos gyártás során a nyomószilárdság megfelelőségét a P2.2. szakasz szerint ellenőrizték:
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 6,0$
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 6,5$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 8,0$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 8,5$
Az adott, ki nem elégítő vizsgálati eredménynél nagyobb nyomószilárdságot eredményező betonösszetétel alkalmazásával kell a folyamatos gyártást végezni, és a P2.2.3. "D" módszer szerint kell a nyomószilárdság megfelelőségét ellenőrizni.

Kausay


Az elfogadási (átvételi) valószínűség
p = 0,05 alulmaradási hányad esetén $A_{(0,05)}$ % = 50%
Folytatni kell a típusvizsgálatot
Nem
A vizsgálati eredmény kielégíti a feltételt?
Igen
Típusvizsgálat (P2.2.1. szakasz) ① ❶
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 7,0$
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 7,5$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 9,0$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 9,5$
Kezdeti gyártás (P2.2.2. "A" módszer) ②
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 7,0$
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 7,5$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 9,0$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 9,5$
A vizsgálati eredmény kielégíti a feltételt?
Igen
Folyamatos gyártás (P2.2.3. "B" módszer) ③
$f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + t_n \times \sigma_{cube,test}$
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + t_n \times \sigma_{cube,test,H}$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + t_n \times \sigma_{cube,test,H}$
Lásd még:
http://www.betonopus.hu/notesz/nyomoszilardsag-folyamatabra.pdf
Igen
A vizsgálati eredmény kielégíti a feltételt?
Nem
Átadás-átvételi eljárás (P2.2.4. szakasz) ❸ ④
Ha a típusvizsgálat, a kezdeti és a folyamatos gyártás során a nyomószilárdság megfelelőségét a P2.2. szakasz szerint ellenőrizték:
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 6,0$
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 6,5$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 8,0$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 8,5$
Az adott, ki nem elégítő vizsgálati eredménynél nagyobb nyomószilárdságot eredményező betonösszetétel alkalmazásával kell a folyamatos gyártást végezni, és a P2.2.3. "D" módszer szerint kell a nyomószilárdság megfelelőségét ellenőrizni.

Kausay

NYOMÓSZILÁRDSÁG ÉRTÉKELÉSE A TRANSZPORTBETON ÁTADÁS-ÁTVÉTELI ELJÁRÁSA SORÁN, HA AZ ALULMARADÁSI TÁGASSÁG KONSTANS

MSZ 4798:2016 ezeket tartalmazza

Elfogadási valószínűség: 70% — **Tárolási mód**

MSZ 4798:2016, O melléklet (alulmaradási tágasság konstans)
(Annak ellenére, hogy az átadás-átvételi eljárás során már ismert a szórás)

≤ C50/60 esetén:	$f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 4{,}0$	**víz alatt**
≤ C50/60 esetén:	$f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}92 + 4{,}5$ **(mert 4/0,92 = 4,35)**	**vegyesen**
≥ C55/67 esetén:	$f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 6{,}0$	**víz alatt**
≥ C55/67 esetén:	$f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}95 + 6{,}5$ **(mert 6/0,95 = 6,32)**	**vegyesen**

Elfogadási valószínűség: 50% — **Tárolási mód**

MSZ 4798:2016, P melléklet (alulmaradási tágasság konstans)
(Annak ellenére, hogy az átadás-átvételi eljárás során már ismert a szórás)

≤ C50/60 esetén:	$f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 6{,}0$	**víz alatt**
≤ C50/60 esetén:	$f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}92 + 6{,}5$ **(mert 6/0,92 = 6,52)**	**vegyesen**
≥ C55/67 esetén:	$f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 8{,}0$	**víz alatt**
≥ C55/67 esetén:	$f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}95 + 8{,}5$ **(mert 8/0,95 = 8,42)**	**vegyesen**

NYOMÓSZILÁRDSÁG ÉRTÉKELÉSE A TRANSZPORTBETON ÁTADÁS-ÁTVÉTELI ELJÁRÁSA SORÁN, HA AZ ALULMARADÁSI TÁGASSÁG A MINTÁK SZÁMÁNAK ÉS A SZÓRÁSNAK FÜGGVÉNYE

ezek helyett

Az alábbi összefüggésekben $n = 3$, $\lambda_3 = 2{,}67$, $t_3 = 2{,}92$
s_{min} = rendre: 3,0; 3,3; 5,0; 5,3 N/mm^2

Elfogadási valószínűség: 70% — **Tárolási mód**

MSZ 4798:2016 szabvány szerint az átadás-átvételi eljárás során nem alkalmazott összefüggések, amelyeket a folyamatos gyártás során alkalmaznak

≤ C50/60 esetén:	$f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + \lambda_3 \times s_{min} = f_{ck,cube} + 8{,}0$	**víz alatt**
≤ C50/60 esetén:	$f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}92 + \lambda_3 \times s_{min} = f_{ck,cube}/0{,}92 + 8{,}8$	**vegyesen**
≥ C55/67 esetén:	$f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + \lambda_3 \times s_{min} = f_{ck,cube} + 13{,}3$	**víz alatt**
≥ C55/67 esetén:	$f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}95 + \lambda_3 \times s_{min} = f_{ck,cube}/0{,}95 + 14{,}2$	**vegyesen**

Elfogadási valószínűség: 50% — **Tárolási mód**

MSZ 4798:2016 szabvány szerint az átadás-átvételi eljárás során nem alkalmazott összefüggések, amelyeket a folyamatos gyártás során alkalmaznak

≤ C50/60 esetén:	$f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + t_3 \times s_{min} = f_{ck,cube} + 8{,}8$	**víz alatt**
≤ C50/60 esetén:	$f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}92 + t_3 \times s_{min} = f_{ck,cube}/0{,}92 + 9{,}6$	**vegyesen**
≥ C55/67 esetén:	$f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + t_3 \times s_{min} = f_{ck,cube} + 14{,}6$	**víz alatt**
≥ C55/67 esetén:	$f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}95 + t_3 \times s_{min} = f_{ck,cube}/0{,}95 + 15{,}5$	**vegyesen**

NYOMÓSZILÁRDSÁG ÉRTÉKELÉSE A TRANSZPORTBETON ÁTADÁS-ÁTVÉTELI ELJÁRÁSA SORÁN, HA AZ ALULMARADÁSI TÁGASSÁG RÁSNAK FÜGGVÉNYE

ezek helyett

= 3, λ_3 = 2,67, t_3 = 2,92

,0; 5,3 N/mm^2

NYOMÓSZILÁRDSÁG ÉRTÉKELÉSE A TRANSZPORTBETON ÁTADÁS-ÁTVÉTELI ELJÁRÁSA SORÁN, HA AZ ALULMARADÁSI TÁGASSÁG KONSTANS

MSZ 4798:2016

Elfogadási valószínűség: 70%

MSZ 4798:2016, O melléklet (alulmaradási tágasság konstans)
(Annak ellenére, hogy az átadás-átvételi eljárás során már ismert a szór

Tárolási mód			
vételi eljárás során			
folyamatos gyártás során alkalmaznak			
≤ C50/60 esetén:	$f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 4,0$	$f_{ck,cube} + 8,0$	**víz alatt**
≤ C50/60 esetén:	$f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 4,5$ **(mert 4/0,92 = 4,35)**	$s_{min} = f_{ck,cube}/0,92 + 8,8$	**vegyesen**
≥ C55/67 esetén:	$f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 6,0$	$f_{ck,cube} + 13,3$	**víz alatt**
≥ C55/67 esetén:	$f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 6,5$ **(mert 6/0,95 = 6,32)**	$s_{min} = f_{ck,cube}/0,95 + 14,2$	**vegyesen**

Elfogadási valószínűség: 50%

MSZ 4798:2016, P melléklet (alulmaradási tágasság konstans)
(Annak ellenére, hogy az átadás-átvételi eljárás során már ismert a szór

Tárolási mód			
vételi eljárás során			
folyamatos gyártás során alkalmaznak			
≤ C50/60 esetén:	$f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 6,0$	$f_{ck,cube} + 8,8$	**víz alatt**
≤ C50/60 esetén:	$f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 6,5$ **(mert 6/0,92 = 6,52)**	$s_{min} = f_{ck,cube}/0,92 + 9,6$	**vegyesen**
≥ C55/67 esetén:	$f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 8,0$	$f_{ck,cube} + 14,6$	**víz alatt**
≥ C55/67 esetén:	$f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 8,5$ **(mert 8/0,95 = 8,42)**	$s_{min} = f_{ck,cube}/0,95 + 15,5$	**vegyesen**

NYOMÓSZILÁRDSÁG ÉRTÉKELÉSE A TRANSZPORTBETON ÁTADÁS-ÁTVÉTELI ELJÁRÁSA SORÁN, HA AZ ALULMARADÁSI TÁGASSÁG A MINTÁK SZÁMÁNAK ÉS A SZÓRÁSNAK FÜGGVÉNYE

Az alábbi összefüggésekben $n = 3$, $\lambda_3 = 2{,}67$, $t_3 = 2{,}92$

s_{min} = rendre: 3,0; 3,3; 5,0; 5,3 N/mm^2

Elfogadási valószínűség: 50% **Tárolási mód**

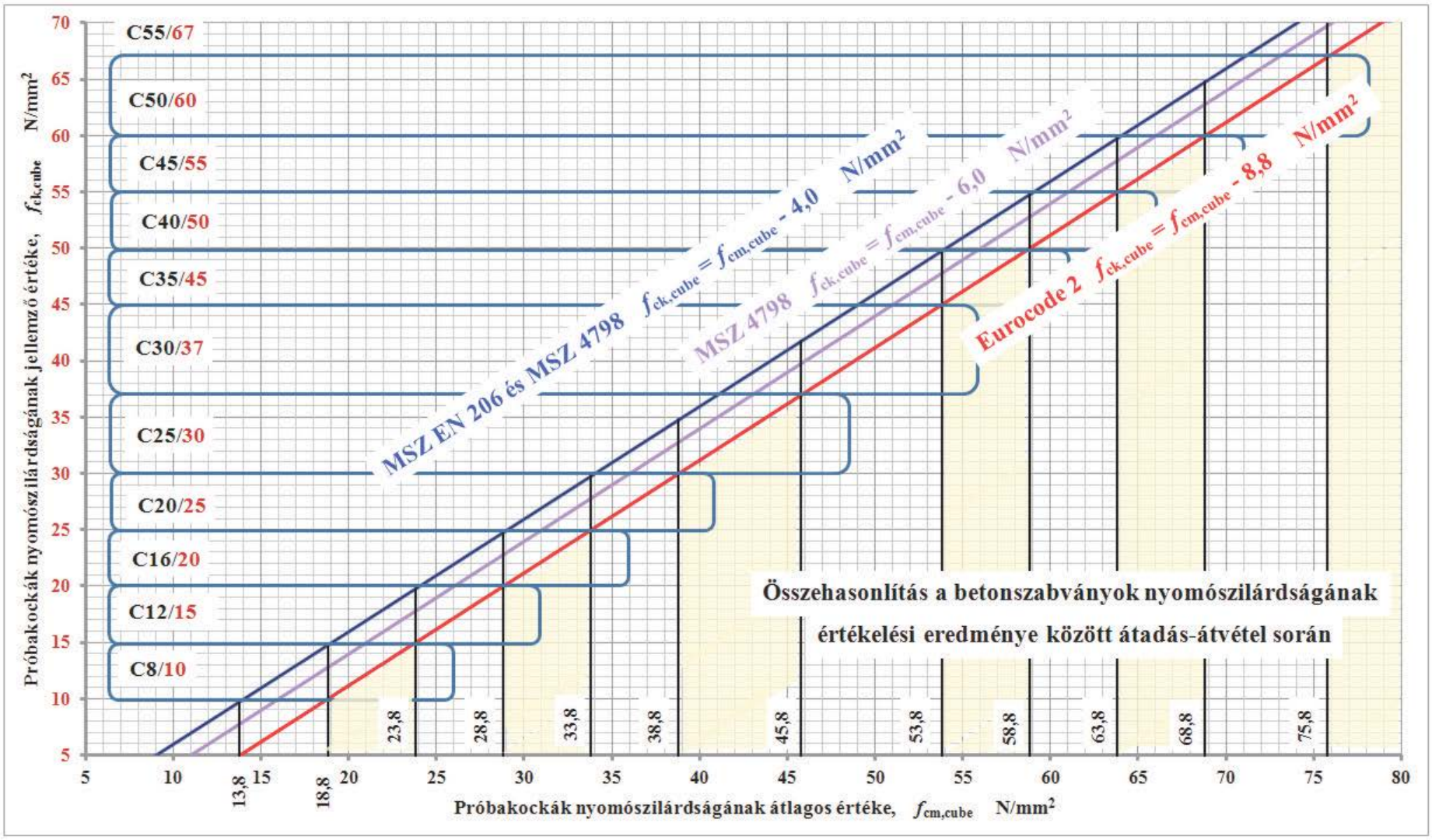
MSZ EN 1992-1-1:2010 Eurocode (alulmaradási tágasság nem konstans),
tehát amikor a szórás már ismert.

≤ C50/60 esetén:	$f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + t_3 \times s_{min} = f_{ck,cube} + 8{,}8$	**víz alatt**
≤ C50/60 esetén:	$f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}92 + t_3 \times s_{min} = f_{ck,cube}/0{,}92 + 9{,}6$	**vegyesen**
≥ C55/67 esetén:	$f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + t_3 \times s_{min} = f_{ck,cube} + 14{,}6$	**víz alatt**
≥ C55/67 esetén:	$f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}95 + t_3 \times s_{min} = f_{ck,cube}/0{,}95 + 15{,}5$	**vegyesen**

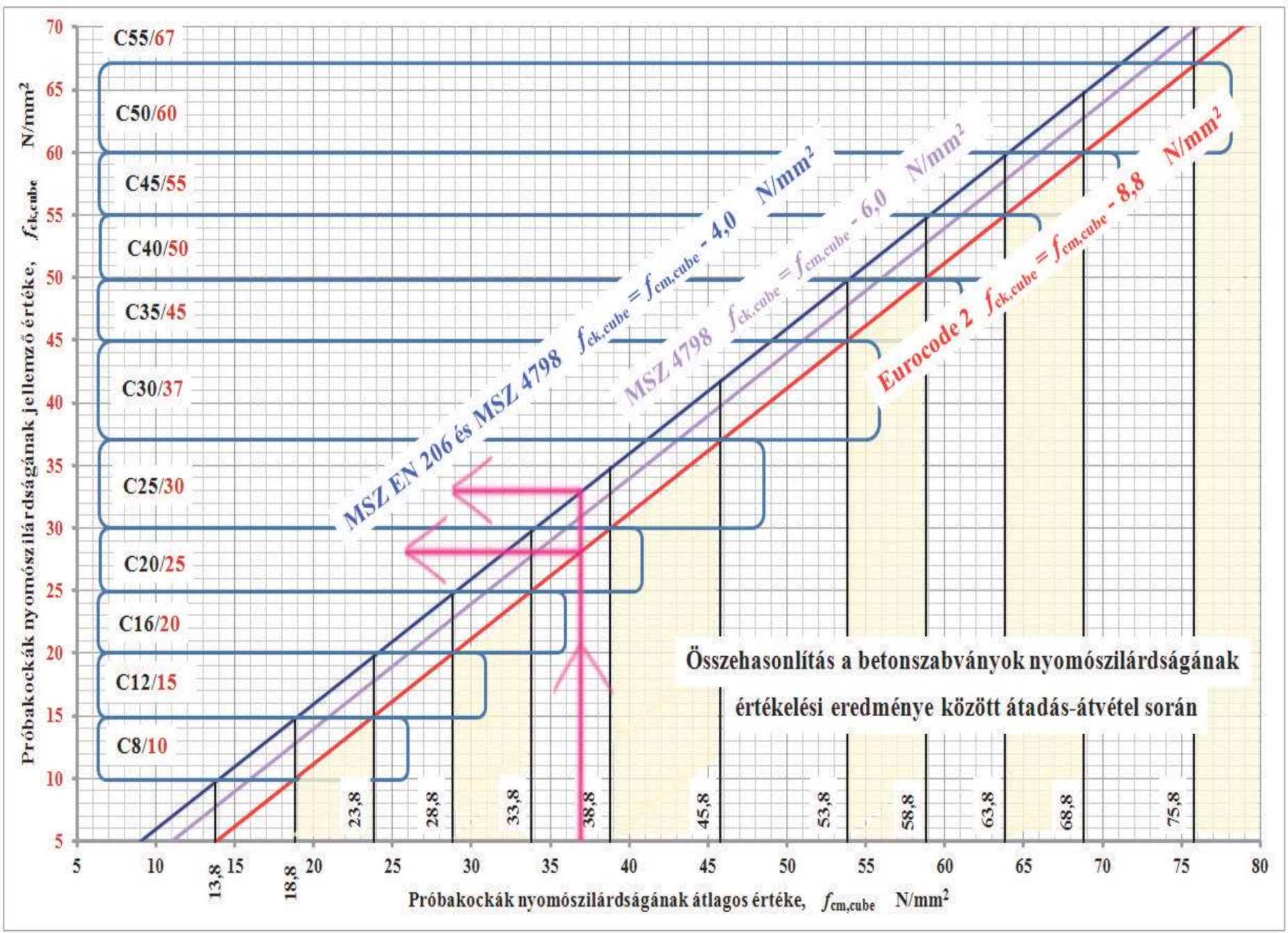
Elfogadási valószínűség: 50% **Tárolási mód**

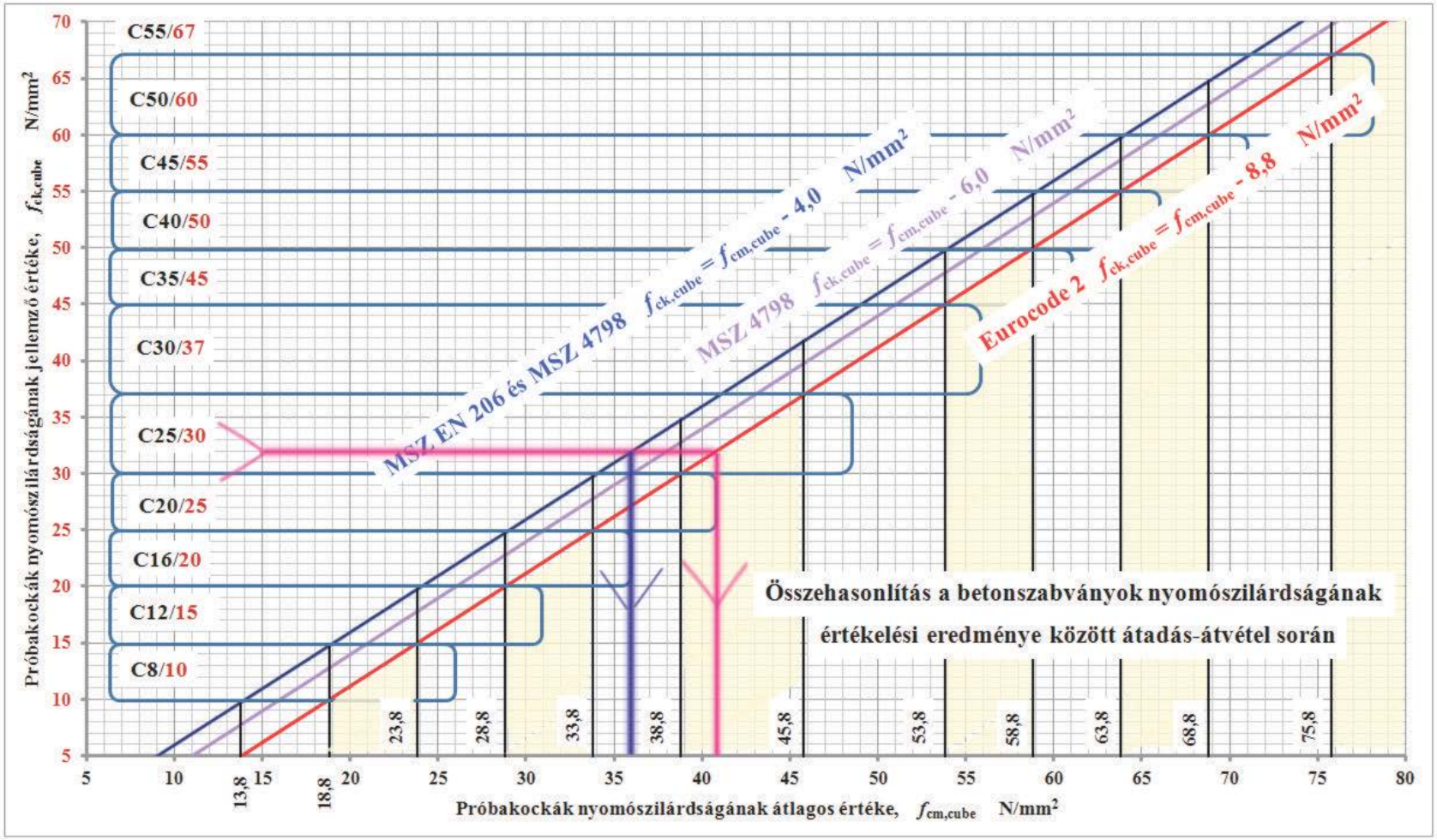
MSZ 4798:2016 szabvány szerint az átadás-átvételi eljárás során nem alkalmazott összefüggések, amelyeket a folyamatos gyártás során alkalmaznak

≤ C50/60 esetén:	$f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + t_3 \times s_{min} = f_{ck,cube} + 8{,}8$	**víz alatt**
≤ C50/60 esetén:	$f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}92 + t_3 \times s_{min} = f_{ck,cube}/0{,}92 + 9{,}6$	**vegyesen**
≥ C55/67 esetén:	$f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + t_3 \times s_{min} = f_{ck,cube} + 14{,}6$	**víz alatt**
≥ C55/67 esetén:	$f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}95 + t_3 \times s_{min} = f_{ck,cube}/0{,}95 + 15{,}5$	**vegyesen**



Megállapítás: A betonszabványok sajnos nem akadályozzák meg, hogy a forgalmazott transzportbeton nyomószilárdsági osztálya nagyobb legyen, mint a beton átlagos nyomószilárdságához tartozó, Eurocode szerinti nyomószilárdsági osztály. Például:


C55/67
C50/60
C45/55
C40/50
C35/45
C30/37
C25/30
C20/25
C16/20
C12/15
C8/10
MSZ EN 206 és MSZ 4798 $f_{ck,cube} = f_{cm,cube} - 4,0$ N/mm²
MSZ 4798 $f_{ck,cube} = f_{cm,cube} - 6,0$ N/mm²
Eurocode 2 $f_{ck,cube} = f_{cm,cube} - 8,8$ N/mm²
Összehasonlítás a betonszabványok nyomószilárdságának értékelési eredménye között átadás-átvétel során
Próbakockák nyomószilárdságának jellemző értéke, $f_{ck,cube}$ N/mm²
Próbakockák nyomószilárdságának átlagos értéke, $f_{cm,cube}$ N/mm²
5 10 13,8 15 18,8 20 23,8 25 28,8 30 33,8 35 38,8 40 45 45,8 50 53,8 55 58,8 60 63,8 65 68,8 70 75,8 75 80



A beton összetételét az átlagos nyomószilárdság alapján tervezik.
Így az EN 206 szerint és az MSZ 4798:2016 szabvány szerint megfelelő betonnak kisebb lehet az átlagos nyomószilárdsága, ezért nagyobb lehet a víz-cement tényezője, kisebb lehet a cementtartalma stb., mint az Eurocode szerint megfelelő betonnak.
Más szóval nem kizárt, hogy az EN 206 és az MSZ 4798:2016 szerint megfelelő beton cementköve az Eurocode szerint megfelelőénél porózusabb, kisebb szilárdságú, azaz gyengébb minőségű.

Kik az EN 206 betonszabvány szilárdság-értékelési módszerének kárvallottjai?

Kárvallottak:

- **a tervező statikus mérnökök, mert a szerkezeteik olyan betonból készülhetnek, amelyek szilárdsága és tartóssága kisebb, mint amelyet a méretezési modell feltételez;**
- **a cementgyárak, mert kisebb a cement felhasználás;**
- **a beruházó és a társadalom, mert a meg nem felelő beton átvételének valószínűsége nagyobb, a szerkezet biztonsági tartaléka kisebb, a szerkezet hamarabb felújításra szorul, tehát az olcsón épített szerkezet, amely rövid távon gazdaságnak tűnt, hosszú távon drágává válik.**

És kik a szisztéma haszonélvezői?

Haszonélvezői azok a transzportbetongyárak, amelyek a kisebb átlagszilárdságú, olcsóbb betonjuk révén az árversenyből győztesen kerülnek ki, és ezáltal jutnak megrendeléshez.

4 ZUSAMMENFASSUNG

Der Konformitätsprüfung der Druckfestigkeit von Betonen aus fortlaufender Produktion im Betonwerk nach prEN 206 unterliegt ein deutlich herstellerorientierter Prüfplan. Sie hinterläßt in Lieferlosen für Baustellen mit einer Wahrscheinlichkeit von ca. 20% Minderfestigkeiten von mehr als 5% (5%-Durchschlupfrate). Dagegen zeigt sich der statistische Nachweis der Betondruckfestikeit nach DIN 1084 Teil 3 im Betonwerk als neutraler Prüfplan ($W_{Ann}(0,05) = 0,5$), dessen 5%-Durchschlupfrate nur 10% beträgt.

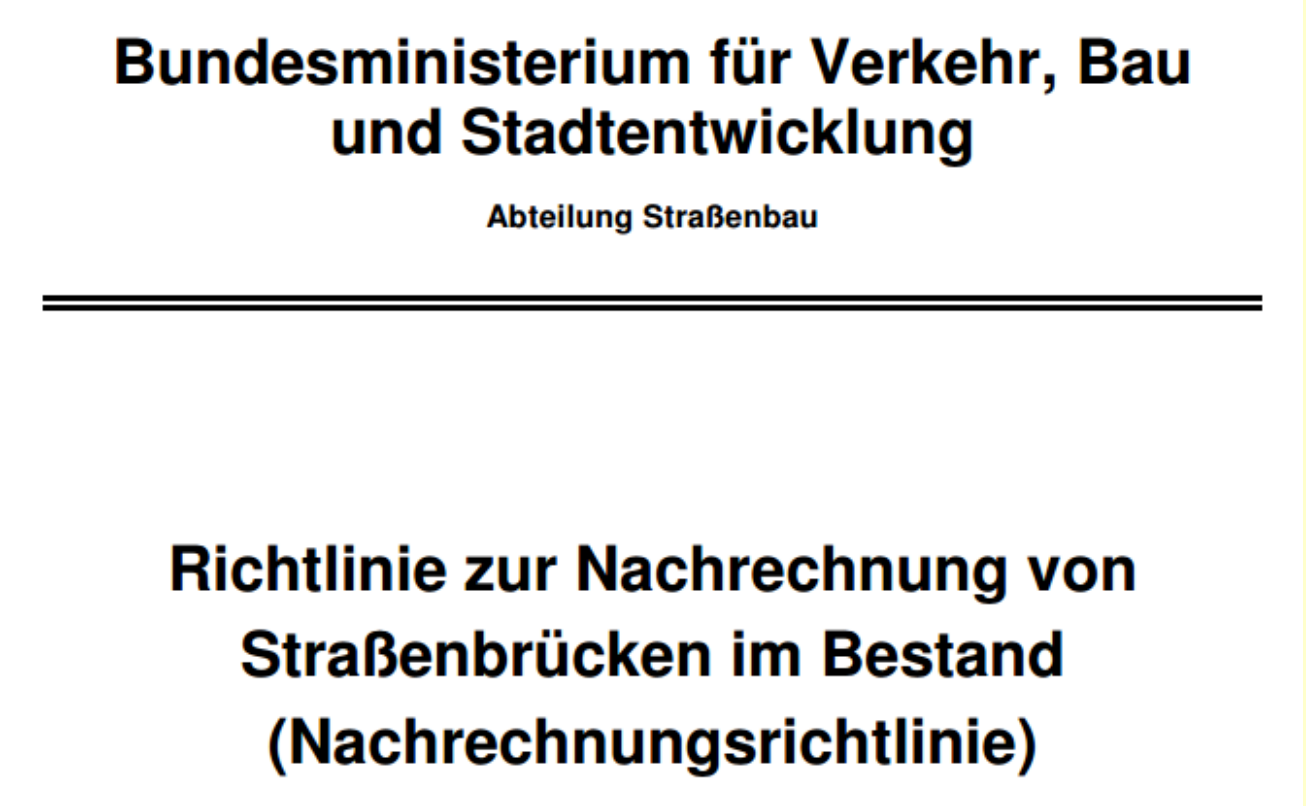
Ezért mondja a német kutató, hogy az EN 206 betonszabvány egy „gyártóbarát szabvány”.

Forrás: *Hosser, Dietmar – Gensel, Berndt*: Kritische Bewertung der Statistik beim Konformitätsnachweis der Betondruckfestoigkeit nach prEN 206. Schlußbericht. Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz (IBMB) TU Braunschweig. Dezember 1995.

Következtetés:

Legalább a 100 év tervezési élettartamú, ≥ C20/25 nyomószilárdsági osztályú betonok, valamint a tervezési élettartamtól függetlenül a nagyszilárdságú betonok (≥ C55/67) nyomószilárdsági osztályát több, mint ajánlott az 50%-os elfogadási valószínűség szerint (MSZ 4798:2016 szabvány P melléklete) meghatározni.

(és) ezért írja elő a Német Közlekedési Minisztérium (Bundesministerium für Verkehr) 2011. évi irányelve (Nachrechnungsrichtlinie) a régi közúti hidak betonja mai szilárdságának értékeléséhez a DIN EN 1990:2002 szabvány (EN 1990:2002, DIN EN 1990:2010, MSZ EN 1990:2011) D1. táblázata, azaz az EUROCODE méretezési szabvány szerinti *Student-féle* alulmaradási tényező használatát írja elő.



Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung

Abteilung Straßenbau

Richtlinie zur Nachrechnung von Straßenbrücken im Bestand (Nachrechnungsrichtlinie)

Példa a beton jelére 50 %-os elfogadási valószínűség esetén

Annak a C40/50 nyomószilárdsági osztályú (szokványos) betonnak a jele, amelyből esőtől védett helyen álló feszített vasbeton gerenda készül (környezeti osztály: XC3), névleges legnagyobb szemnagysága D_{max} = 24 mm, konzisztenciája képlékeny és terülési mértéke 420–480 mm közé esik, konzisztencia osztálya F3, megengedett kloridtartalma a cement tömegszázalékában kifejezve 0,10 tömegszázalék, CEM I 52,5 szilárdsági osztályú portlandcementtel készül, tervezési élettartama 100 év, a következő:

C40/50 – AC_{50}(H) – XC3 – 24 – F3 – Cl 0,10 – CEM I 52,5 – 100 év – MSZ 4798

AC → Acceptante characteristic curve = elfogadási jelleggörbe

MEGJEGYZÉS: Az átadás-átvételi eljárás

≤ C50/60 esetén: $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 6{,}0$ **és** $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}92 + 6{,}5$

≥ *C55/67 esetén:* $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 8{,}0$ **és** $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}95 + 8{,}5$

nyomószilárdság megfelelőségi összefüggéseinek az 50%-os elfogadási valószínűséghez (az AC_{50}(H) elfogadási jelleggörbéhez) rendelése azt a hamis látszatot kelti, hogy az MSZ 4798:2016 betonszabványban (P melléklet) a nyomószilárdság megfelelőségének igazolásával kapcsolatban minden a legnagyobb rendben van.

Erről sajnos nem lehet beszélni, mert a fenti, az MSZ 4798:2016 szabvány P mellékletében szereplő átadás-átvételi nyomószilárdság megfelelőségi összefüggések valójában nem AC_{50}(H), hanem inkább az AC_{60}(H) elfogadási jelleggörbéhez tartoznak.

Az AC_{50}(H) elfogadási jelleggörbéhez ugyanis a következő nyomószilárdság megfelelőségi összefüggések tartoznak (ahogy az a 2015. október 5-i szabványszöveg-tervezetben még az átadás-átvételi eljárás feltételeként is szerepelt, és ma, az érvényes MSZ 4798:2016 szabványban csak a folyamatos gyártás feltétele):

$f_{cm,cube,test} \geq (f_{ck,cube} + t_n \times s_{cube,test})$ **és**
≤ C50/60 esetén: $f_{cm,cube,test,H} \geq (f_{ck,cube}/0{,}92 + t_n \times s_{cube,test,H})$
≥ C55/67 esetén: $f_{cm,cube,test,H} \geq (f_{ck,cube}/0{,}95 + t_n \times s_{cube,test,H})$

ahol t_n a *Student*-féle alulmaradási tényező a vizsgálati eredmények n számának függvényében, és $s_{cube,test}$, illetve $s_{cube,test,H}$ a szórás.

Ha a számításba vehető legkisebb szórás (MSZ 4798:2016 szabvány P2.2.3. szakasza):

≤ C50/60 esetén: $s_{cube,test,min} = 3{,}0$ **és** $s_{cube,test,min,H} = 3{,}3$ **N/mm²**
≥ C55/67 esetén: $s_{cube,test,min} = 5{,}0$ **és** $s_{cube,test,min,H} = 5{,}3$ **N/mm²,**

és $n = 3$ (mint a gyakorlatban legtöbbször), valamint $t_{n=3} = 2{,}92$, akkor ezen a diakockán fenn szereplő összefüggések a következő diakockán látható alakot öltik:

≤ C50/60 esetén: $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 8{,}8$ és $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}92 + 9{,}6$
≥ C55/67 esetén: $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 14{,}6$ és $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}95 + 15{,}5$

Ha az átadás-átvételi eljárás során kerülni akarjuk a szórás figyelembevételét, és konstans alulmaradási tágassággal kívánunk számolni, akkor az AC_{50}(H) elfogadási jelleggörbéhez tartozó e fenti nyomószilárdság megfelelőségi összefüggéseket kell érvényre léptetni.

Ha majd az MSZ 4798 betonszabványba ezek a pirossal bekeretezett átadás-átvételi feltételek kerülnek, és ha tartószerkezetek esetén azokat alkalmazni is kell, akkor elmondhatjuk, hogy a nyomószilárdság megfelelőségének igazolásával kapcsolatban összhangot teremtettünk az MSZ 4798 betonszabvány és az MSZ EN 1992-1-1 Eurocode 2 méretezési szabvány között.

Visszatérve a szórás kérdésére: **Az MSZ 4798:2016 szabványban adott tárolási módón belül a Ø150×300 mm méretű próbahengereken és a 150 mm élhosszúságú próbakockákon, illetve ilyenek alkotta mintákon mért nyomószilárdságok számításba vehető legkisebb szórásának értéke ($s_{cyl,test,min}$, illetve $s_{cube,test,min}$) között nem teszünk különbséget.**

A tapasztalati szórásnak ($\sigma_{cube,test}$; $s_{cube,test,H}$) az alulmaradási tágasságban számításba vehető legkisebb értéke, az elfogadási valószínűségtől függetlenül:

végig víz alatt tárolt próbakockák esetén:

ha a nyomószilárdsági osztály ≤ C50/60, akkor:

$s_{test,min} \sim \sigma_{test} = 3{,}0$ N/mm^2

ha a nyomószilárdsági osztály ≥ C55/67 (nagyszilárdságú beton), akkor

$s_{test,min} \sim \sigma_{test} = 5{,}0$ N/mm^2

vegyesen tárolt próbakockák esetén:

ha a nyomószilárdsági osztály ≤ C50/60, akkor:

$s_{test,min} \sim \sigma_{test} = 3{,}3$ N/mm^2

ha a nyomószilárdsági osztály ≥ C55/67 (nagyszilárdságú beton), akkor

$s_{test,min} \sim \sigma_{test} = 5{,}3$ N/mm^2

Az MSZ 4798:2016 szabvány – a nyomószilárdság megfelelőségének igazolása során azzal, hogy adott tárolási módon belül a Ø150×300 mm méretű próbahengereken és a 150 mm élhosszúságú próbakockákon, illetve ilyenek alkotta mintákon mért nyomószilárdságok számításba vehető legkisebb szórásának értéke ($s_{cyl,test,min}$, illetve $s_{cube,test,min}$) között nem tesz különbséget – vét a nyomószilárdsági osztályok jelét adó jellemző értékek $f_{ck,cyl}/f_{ck,cube}$ hányadosának Model Code és Eurocode 2 szerinti íratlan szabálya ellen, amelynek értelmében:

C8/10 - C50/60 nyomószilárdsági osztályok esetén: $f_{ck,cyl}/f_{ck,cube}$ = ~ 0,807 és
C55/67 - C100/115 nyomószilárdsági osztályok esetén: $f_{ck,cyl}/f_{ck,cube}$ = ~ 0,836
C8/10 - C100/115 nyomószilárdsági osztályok esetén: $f_{ck,cyl}/f_{ck,cube}$ = ~ 0,818

Ugyanis ezeknek az $f_{ck,cyl}/f_{ck,cube}$ hányadosaknak a fenti értékei nem teljesülnek, ha s_{cyl}/s_{cube} = 1,0, hanem csak akkor adódnak, ha az s_{cyl}/s_{cube} hányados azonos az átlagos nyomószilárdságok $f_{cm,cyl}/f_{cm,cube}$ hányadosával, mint fenn láttuk, azaz, ha:

C8/10 - C50/60 nyomószilárdsági osztályok esetén: s_{cyl}/s_{cube} = ~ 0,82 és
C55/67 - C100/115 nyomószilárdsági osztályok esetén: s_{cyl}/s_{cube} = ~ 0,84

A tapasztalati szórást ($\sigma_{cube,test}$, $s_{cube,test,H}$) a nyomószilárdság vizsgálati eredmények értékeléséhez az MSZ 4798.2016 szabvány szerint a folyamatos gyártás során használjuk.

A folyamatos gyártás során az alulmaradási tágasság a tapasztalati szórásnak is függvénye ($\lambda_n \times \sigma_{cube,test}$, $\lambda_n \times s_{cube,test,H}$, $t_n \times \sigma_{cube,test}$, $t_n \times s_{cube,test,H}$).

A tapasztalati szórásnak nem csak számításba vehető legkisebb értéke, hanem korlátozó szerepe, büntető jellege is van.

Mennél nagyobb a szórás, annál nagyobb az alulmaradási tágasság és annál kisebb a nyomószilárdság jellemző (karakterisztikus) értéke. Ezért a beton gyártásában és alkalmazásában résztvevőknek érdeke kell legyen a szórások alacsony szinten tartása, és törekedniük kell a nyomószilárdság vizsgálati eredmények ismétlési feltételeinek betartására.

Az ismétlési feltétel az a megengedett szórás, illetve hozzá tartozó megengedett terjedelem, amelynél egy laboráns (egyazon személy) által – ugyanabból a betonkeverékből vett mintákon (jelen esetben két mintán), ugyanazzal az eszközzel, rövid időn belül – végzett együtt értékelhető vizsgálati eredmények szórásának, illetve terjedelmének legfeljebb 5 százalékos gyakorisággal szabad nagyobbnak lennie (lásd a visszavont *MSZ 4798-1:2004 szabvány N4. „A mérési eredmények precizitása”* című mellékletét).

Az MSZ EN 206:2014 szabvány 8.2.1.2 szakasz (4) bekezdése szerint, ha a nyomószilárdság vizsgálati eredmények terjedelme nagyobb, mint az átlag 15%-a (EN 206:2013 → „the range of the test values is more than 15 % of the mean”; Vorschlag ÖNORM B 4710-1:2014 → „die Spannweite der Prüfwerte mehr als 15 % des Mittelwertes beträgt”), akkor azokat értékelni nem szabad, hacsak vizsgálat nem deríti ki az egyik egyedi vizsgálati érték elvetését igazoló elfogadható okot.

Ez egy nagyon szigorú előírás! Nincs itt félreértés? Helyes-e az előírást a terjedelemre érteni, nem az eltérésről van szó?

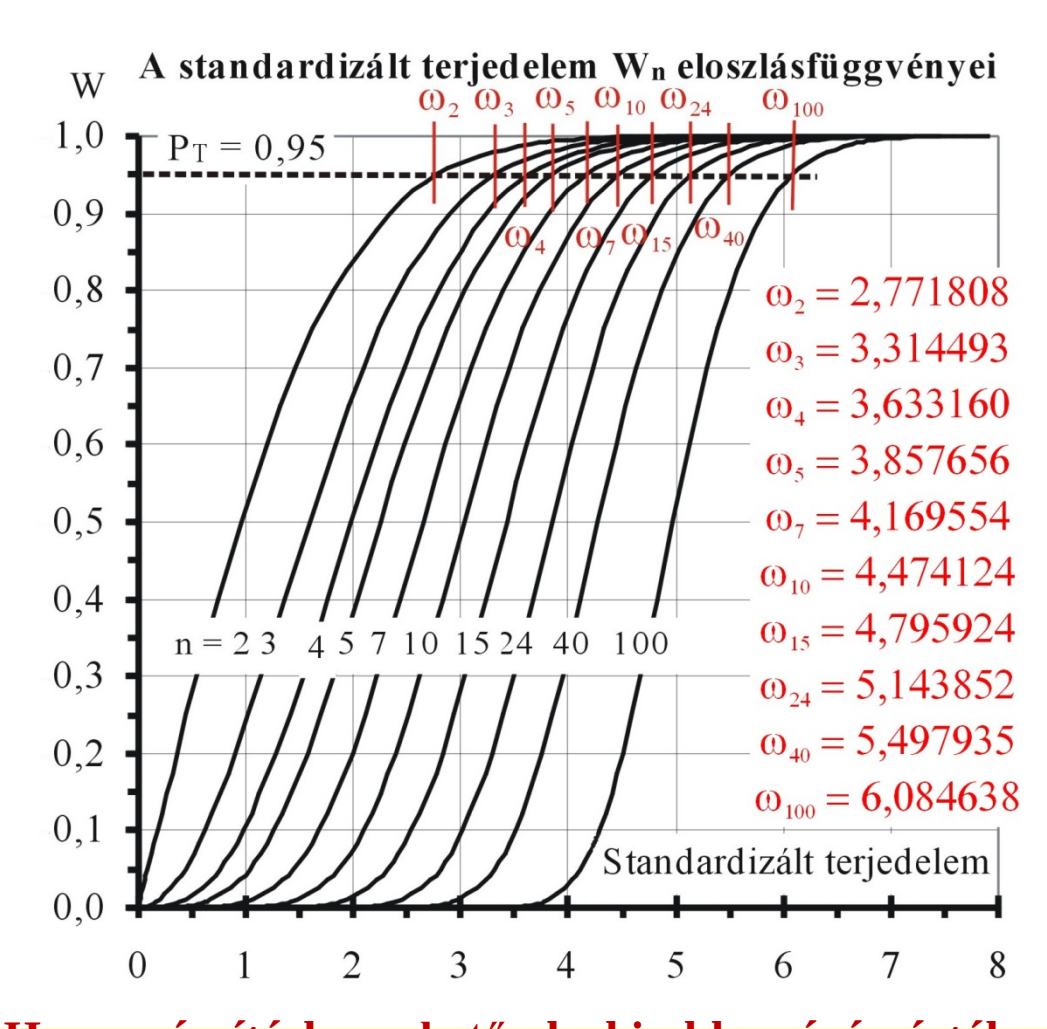
FOGALOM:

Die Spannweite (englisch *range*) ist das einfachste Streuungsmaß (szórásjellemző) in der Statistik, und berechnet sich als Distanz zwischen dem größten und dem kleinsten Messwert:

$$R = x_{max} - x_{min}$$

Nincs félreértés, a terjedelemről van szó!

Miért mondjuk, hogy nagyon szigorú előírás, ha a nyomószilárdság vizsgálati eredmények terjedelme nem lehet nagyobb, mint az átlag 15%-a?



Kimutatták, hogy a *T* terjedelem és az *s* szórás hányadosaként képzett $\omega = T/s$ standardizált (elméleti) terjedelem várható értéke és szórása csupán a mérések *n* számától függő érték. Így például $n = 2$ esetén $P_T = 0,95$ a valószínűsége annak, hogy a tapasztalati terjedelem a $T_2 = \omega_2 \times s = 2,77 \times s$ elméleti, megengedett értéknél kisebb értéket vesz fel. Ugyanennyi a valószínűsége annak, hogy $n = 3$ esetén a tapasztalati terjedelem kisebb, mint $T_3 = \omega_3 \times s = 3,31 \times s$ (MSZ 4798-1:2004).

Ha a számításba vehető legkisebb szórás értéke például $s_{min} = 3$ N/mm^2, akkor ehhez például $n = 3$ minta estén $T_3 = 9,93$ N/mm^2 terjedelem tartozik, ez pedig 66,2 N/mm^2 átlag értéknek a 15%-a, betonjaink pedig ritkán érik el a C50/60 nyomószilárdsági osztályt.

Korábbi hazai méretezési előírásaink (MSZ 15022-1:1971) feltételezték, hogy a relatív szórás (variációs tényező) értéke s_{rel} = 15 %, tehát $s = 0{,}15 \times R_{átlag}$.

Ha az $s = 0{,}15 \times R_{átlag}$ összefüggés és az előző diaképen n = 3 minta esetére bemutatott $s = T_3/3{,}31$ összefüggés bal oldalát egyenlővé tesszük, akkor a $0{,}15 \times R_{átlag} = T_3/3{,}31$ összefüggésre, majd ebből a $T_3 = 3{,}31 \times 0{,}15 \times R_{átlag} = 0{,}5 \times R_{átlag}$ összefüggésre jutunk.

Ezért mondjuk, hogy nagyon szigorú előírás, ha a nyomószilárdság vizsgálati eredmények terjedelme nem lehet nagyobb, mint az átlag 15%-a; ez a határérték szélső esetben akár 50% is lehetne.

Az MSZ 4798:2016 szabvány ezért az MSZ EN 206:2014 szabvány ezen intézkedése alól, – amely szerint, ha a nyomószilárdság vizsgálati eredmények terjedelme nagyobb, mint az átlag 15%-a, akkor azokat értékelni nem szabad – bizonyos felmentést ad, és ennek vonatkozásában az alulmaradási tágasság jellegétől függően különbséget tesz.

Az MSZ 4798:2016 szabvány szerint, ha jellemző (karakterisztikus) értéket

- **① a tapasztalati szórásnak is függvényét képező alulmaradási tágassággal ($\lambda_n \times \sigma_{cube,test}$, $\lambda_n \times s_{cube,test,H}$, $t_n \times \sigma_{cube,test}$, $t_n \times s_{cube,test,H}$) számítják ki, akkor a tapasztalati szórás büntető jellegére tekintettel az MSZ EN 206:2014 szabvány fenti 15%-os korlátozó intézkedését figyelmen kívül kell hagyni;**
- **② konstans értékű alulmaradási tágassággal számítják ki, akkor az MSZ EN 206:2014 szabvány fenti 15%-os korlátozó intézkedését ugyan figyelembe kell venni, de a nyomószilárdság vizsgálati eredményeket, ha terjedelmük nagyobb, mint az átlag 15%-a, nem kell feltétlenül elvetni, azaz bizonyos feltételek mellett az ilyen tétel nyomószilárdsága is értékelhető.**

Ennek a ② esetbeli értékelésnek a feltételei a következők:

Lásd a következő diát

A típusvizsgálat, a kezdeti gyártás és az átadás-átvételi eljárás során a nyomószilárdság vizsgálati eredmények értékeléséhez az MSZ 4798:2016 szabványban alkalmazott összefüggésekben az alulmaradási tágasság a tapasztalati szórásnak nem függvénye, hanem a szórástól független konstans érték, a nagy szórásnak nincs büntető jellege, bármekkora nagy is a szórás, az alulmaradási tágasság konstans volta miatt hatása a nyomószilárdság jellemző (karakterisztikus) értékében nem mutatkozik.

Ezért, ha az alulmaradási tágasság konstans, akkor az egyes próbatestek vagy minták nyomószilárdság vizsgálati eredményeinek terjedelme ne legyen nagyobb, mint a vizsgálati eredmények átlagának 15%-a.

Az MSZ 4798:2016 szabvány szerint, ha a nyomószilárdság értékek terjedelme az átlag 15%-ánál nagyobb, akkor szabad az átlagot és a terjedelmet a legnagyobb nyomószilárdság vizsgálati eredmény elhagyásával újraszámítani, és ezt az újraszámítást mindaddig (akár két próbatest vagy minta vizsgálati értékéig is) folytatni, amíg az újraszámított terjedelem egyenlő vagy kisebb lesz, mint az újraszámított átlag 15%-a.

Ha az alulmaradási tágasság konstans érték,

- akkor a beton nyomószilárdság szerinti megfelelőségének igazolásához az így utolsónak újraszámított átlagot kell használni,

- vagy a beton nyomószilárdság szerinti megfelelőségét az eredeti nyomószilárdság vizsgálati eredmények tapasztalati szórásának függvényét képező alulmaradási tágasság (például $\lambda_n \times s_{test}$ vagy $t_n \times s_{test}$) mellett kell ellenőrizni az MSZ 4798:2016 szabvány 8.2.1.3.2. szakaszának (5) bekezdése alatti vagy P2.2.3. szakasza alatti összefüggések valamelyikével, például:

$$f_{cm,cube,test} \geq (f_{ck,cube} + t_n \times s_{cube,test}) \quad N/mm^2$$

ÚTBETONOK, TÉRBETONOK SZILÁRDSÁGA

Az útbetonok, térbetonok tervezési élettartama

A tervezési élettartam ajánlott értéke:

- **autópályákon és főutakon: *t = 40 év,***
- **egyéb utakon: *t = 30 év.***

Olyan közművezetékek felett, amelyek felbontására lehet számítani, betonburkolatot építeni nem ajánlott.

MSZ EN 13877-1:2013 Betonburkolatok. 1. rész: Anyagok

5.3.2. Mechanikai szilárdság

A próbatestek mechanikai szilárdságának az értékelésére a következő módszerek egyikét kell választani:

- nyomószilárdság az EN 12390-3 szabványnak megfelelően;
- hasító-húzó szilárdság az EN 12390-6 szabványnak megfelelően;
- hajlítószilárdság az EN 12390-5 szabványnak megfelelően.

Amikor követelmény:

- a nyomószilárdsági osztályt az EN 206-1 szabvány szerint kell kiválasztani és előírni;
- a hasító-húzó szilárdsági osztályt az 1. táblázat szerint kell kiválasztani és előírni;
- a hajlítószilárdsági osztályt a 2. táblázat szerint kell kiválasztani és előírni.

2013. augusztus

MAGYAR SZABVÁNY MSZ EN 13877-1

Betonburkolatok

1. rész: Anyagok

Az MSZ EN 13877-1:2005 helyett.

Concrete pavements.
Part 1: Materials

2013. augusztus

MAGYAR SZABVÁNY MSZ EN 13877-2

Betonburkolatok

2. rész: Betonburkolatok rendeltetésnek megfelelő követelményei

Az MSZ EN 13877-2:2005 helyett.

Concrete pavements.
Part 2: Functional requirements for concrete pavements

2. táblázat: Magminták nyomószilárdsági osztályai

Szilárdsági osztály	A magminták jellemző szilárdsága ($f_{ck,core}$) (N/mm^2)
CC8	8
CC12	12
CC16	16
CC20	20
CC25	25
CC30	30
CC35	35
CC40	40
CC45	45
CC50	50
CC55	55
CC60	60
CC70	70
CC80	80
CC90	90
CC100	100

MSZ EN 13877-2:2013 szabvány 2. táblázata

Table 2 — Compressive strength classes of cores

Strength class	Characteristic core strength ($f_{ck,core}$) MPa
CC8	8
CC12	12
CC16	16
CC20	20
CC25	25
CC30	30
CC35	35

1. MEGJEGYZÉS: Funkcionális okokból ajánlatos, hogy a betonburkolat legkisebb szilárdsági osztálya legalább CC20 legyen.

2. MEGJEGYZÉS: Ha a magmintákat nem 28 napos szilárdulás után vizsgálják +20 °C hőmérséklet mellett, akkor az eredményeket célszerű módosítani a 28 napos +20 °C hőmérséklet melletti szilárdságra, a szilárdulási folyamat adatai alapján vagy a felhasználás helyén érvényes előírásoknak megfelelően. **Amit erről – helyesen – az MSZ 4798:2016 szabvány ír, a következő dián olvasható!**

3. MEGJEGYZÉS: A magmintákat 3-7 napos korban kell kivenni és ajánlott utókezelésük az EN 12504-1 szerinti legyen.

4. MEGJEGYZÉS: FVBB (CRCP) és FVBA (CRCR) esetén a szilárdság felső határa előírható.

Szilárdsági osztály 28 napos korú beton esetén		MSZ EN 13877-1 szabvány 1. táblázat Hasító-húzószilárdság (tensile splitting strength) jellemző értéke, f_{sk} [b] (N/mm²)	MSZ EN 13877-2 szabvány 3. táblázat *Fúrt magok* hasító-húzószilárdságának (tensile splitting strength of cores) jellemző értéke, $f_{tk,core}$ (N/mm²)
MSZ EN 13877-1 szabvány 1. táblázat [a]	MSZ EN 13877-2 szabvány 3. táblázat		
S1,3	SC1,3	1,3	
S1,7	SC1,7	1,7	
S2,0	SC2,0	2,0	
S2,4	SC2,4	2,4	
S2,7	SC2,7	2,7	
S3,0	—	3,0	—
S3,3	SC3,3	3,3	
S3,7	SC3,7	3,7	
S4,0	SC4,0	4,0	
S4,3	SC4,3	4,3	
S4,6	SC4,6	4,6	
S4,8	SC4,8	4,8	
S5,0	SC5,0	5,0	
S5,5	SC5,5	5,5	
S6,0	SC6,0	6,0	

Ha a szilárdságot *kifúrt magmintákon* kell értékelni, akkor az MSZ EN 13877-2:2013 szabvány szerint kell eljárni.

Az MSZ EN 13877-2:2013 szabvány autópályák, repülőterek, járdák, kerékpárutak, rakodóterületek betonburkolatainak és forgalmat viselő szerkezeteinek követelményeire vonatkozik.

[a] Különleges esetekben, – ha a vonatkozó szerkezeti szabvány megengedi – köztes szilárdsági osztályok is megadhatók.

[b] A próbahenger átmérője az adalékanyag legnagyobb szemnagyságának legalább három és félszerese legyen.

A próbahenger magassága (a visszavont 2005. évi verzió szerint 300 mm) az átmérő (a visszavont 2005. évi verzió szerint 150 mm) kétszerese, de a próbahenger átmérője, illetve a próbakocka élhossza legalább 100 mm legyen.

MSZ EN 13877-1:2013 Betonburkolatok. 1. rész: Anyagok. 2. táblázat

Szilárdsági osztály [a]	Hajlító-húzószilárdság jellemző értéke, f_{fk} [b] (N/mm^2)
F2	2,0
F3	3,0
F3,5	3,5
F4	4,0
F4,5	4,5
F5,5	5,5
F6,5	6,5
F8,5	8,5
F9	9,0
F10	10,0

[a] Különleges esetekben, – ha a vonatkozó szerkezeti szabvány megengedi – köztes szilárdsági osztályok is megadhatók.

[b] f_{fk} a 28 napos korú beton hajlító-húzószilárdságának jellemző értéke.

A próbahasáb keresztmetszeti mérete (a visszavont 2005. évi verzió szerint 150 mm) az adalékanyag legnagyobb szemnagyságának legalább három és félszerese legyen, de legalább 100 mm.

A próbahasáb hossza nem lehet kevesebb, mint a keresztmetszeti méret három és félszerese.

Valamennyi beton megfelelőségét az MSZ EN 206 szabvány követelményeit alkalmazva, a gyártó értékeli.

Ha a hajlító-húzószilárdság van előírva, akkor a megfelelőséget ugyanúgy kell értékelni, mint a hasító-húzószilárdság esetén.

Az útbetonok tulajdonságaival Magyarországon az Út- és Vasútügyi Társaság (MAÚT) következő útügyi műszaki előírásai (UME) foglalkoznak:

- **e-UT 06.03.15:2016 *„Betonburkolatú és kompozitburkolatú útpályaszerkezetek méretezése”* 2016. október, tervezet (Jelenleg érvényes verzió: e-UT 06.03.15:2006)**

  Tárgya a *hézagolt, vasalatlan pályatáblákból* álló betonburkolatú és *kompozitburkolatú* pályaszerkezetek *méretezése*.

- **e-UT 06.03.31:2016 *„Beton pályaburkolatok építése. Építési előírások, követelmények”* 2016. október, tervezet (Jelenleg érvényes verzió: e-ÚT 06.03.31:2006)**

  Tárgya a beton pályaburkolatok szerkezeti kialakítása, *a pályaburkolati betonok összetételének tervezése, a beton pályaburkolatok minőségi követelményei,* építési előírásai, kivitelezése, ellenőrzése és minősítése. Ezt az útügyi műszaki előírást kell alkalmazni a *hézagokkal betontáblákra osztott*, beton pályaburkolatokhoz.

Alkalmazásukat, mint szerződéses mellékletet ajánlják a hazai úthálózat építési és felújítási munkáihoz.

Kompozitburkolat

A kompozitburkolat, az e-UT 06.03.34 szerint, a folytonos vasalású teherviselő betonlemez és az arra kerülő nagymodulusú aszfalt kopóréteg megnevezése. A folytonos vasalású beton szilárdsági osztálya C30/37, a nagymodulusú aszfaltkeverék típusjele pedig SMA 11 (mF).

A kompozitburkolat építése az E–R forgalmi terhelési osztályokban javasolt.

Pályaburkolati beton

A pályaburkolat betonját az e-UT 06.03.31 útügyi műszaki előírás szerint kell megnevezni. A szilárdságon alapuló minősítés négy terméket különböztet meg: CP4,5/3,5 (helyesen CP4,5/3, mert a két érték hányadosa: 1,5)**, CP4/2,7, CP3,5/2,4 és CP3/2.**

Kopóbeton rétege CP4,5/3,5 (helyesen CP4,5/3) minőségű betonból építhető.

A betonburkolat tervezési szilárdsági osztálya az e-UT 06.03.31 útügyi műszaki előírás szerinti CP4/2,7 (általában a D-R forgalmi terhelési osztályban) vagy CP3,5/2,4 (általában a A-C forgalmi terhelési osztályban).

A mosott felületképzésű betonburkolat alsó rétege CP4/2,7, felső, kopóbeton rétege CP4,5/3,5 minőségű betonból építhető.

A CP3/2 termék közforgalmú utakra és térburkolatokra nem javasolt.

Az e-UT 06.03.15:2016 és e-UT 06.03.31:2016 útügyi műszaki előírás a pályaburkolati betonokat CP betűkkel (Concrete Pavement) és a hajlító-húzó szilárdság (150×150×600 mm méretű gerendán, 28 napos korban vizsgálva) és a hasító-húzó (kifúrt hengeren, 28 napos korban vizsgálva) szilárdság *jellemző értékével* jelöli. A szilárdsági osztályok előírt értékei az *MSZ EN 13877-1:2013* és az *MSZ EN 13877-2:2013* szabványt követik.

9.13. táblázat. A megszilárdult beton vizsgálatai és a próbatestek

Vizsgálat	Próbatest és mérete [mm]		
	s kocka	s gerenda	m henger
Nyomószilárdság	s 150×150×150		m, á Ø 150×150
Hajlító-húzószilárdság		s 150×150×600	
Hasító húzószilárdság			m, s ~~Ø 150×300~~ Ø150×150
Buborék eloszlás	s 150×150×150		

s = sablonban készített, víz alatt tárolt próbatest
m = fúrt, vegyesen tárolt (légszáraz) maghenger
á = a Ø150×150 mm méretű fúrt, vegyesen tárolt (légszáraz) maghengeren mért nyomószilárdságot át kell számítani a Ø150×300 mm méretű, víz alatt tárolt próbatest nyomószilárdságára ($f_{c,is,cyl,Ø150×150,H} = 1{,}04 \times f_{c,cyl,Ø150×300}$, azaz $0{,}96 \times f_{c,is,cyl,Ø150×150,H} = f_{c,cyl,Ø150×300}$)

Forrás: *Dr. Keleti Imre*, szerkesztő (2012) →

MSZ EN 13877-2:2013 szabvány 1. táblázata
és az e-UT 06.03.31:2016 útügyi műszaki előírás 5. táblázata

A nyomószilárdság korrekciós tényezői a fúrt minták hosszúság/átmérő aránya szerint

Hosszúság/átmérő aránya	Nyomószilárdsági korrekciós tényező
1,00	1,00
1,25	1,07
1,50	1,12
1,75	1,16
2,00	1,18

Például: $f_{c,is,cyl,H,Ø150\times300} = (1/1{,}18)\times f_{c,is,cyl,H,Ø150\times150}$

Különböző eredetű, alakú és méretű próbatesteken mért nyomószilárdságok átszámítása:

a) $f_{c,is,cyl,Ø150\times300,H} = (1/1{,}18)\times f_{c,is,cyl,Ø150\times150,H}$ — MSZ EN 13877-2:2013, előző diakocka

b) $f_{c,is,cyl,Ø150\times300,H} = (1/1{,}18)\times f_{c,is,cube,150}$ — 0,82/0,97 = 1/1,18 → MSZ 4798:2016

c) $f_{c,is,cyl,Ø150\times150,H} = f_{c,is,cube,150}$ — a) és b) összefüggésből

d) $f_{c,is,cyl,Ø150\times300,H} = 0{,}85\times f_{c,cyl,Ø150\times300,H}$ — $\eta = 0{,}85$ → MSZ EN 13791:2007

e) $f_{c,is,cube,150} = 0{,}85\times f_{c,cube,150}$ — $\eta = 0{,}85$ → MSZ EN 13791:2007

f) $f_{c,is,cyl,Ø150\times150,H} = 0{,}85\times f_{c,cube,150}$ — c) és e) összefüggésből

g) $f_{c,cyl,Ø150\times300} = 0{,}82\times f_{c,cube,150}$ — 0,82 = 0,97/1,18 → MSZ 4798:2016

h) $f_{c,is,cyl,Ø150\times150,H} = 1{,}04\times f_{c,cyl,Ø150\times300}$ — 0,85/0,82 = 1,04 → f) és g) összefüggésből

i) $f_{c,cyl,Ø150\times300} = 0{,}85/1{,}04\times f_{c,cube,150} = 0{,}82\times f_{c,cube,150}$

Ellenőrzés az f) és h) összefüggésből, amely az i) = g) összefüggést eredményezi.

j) $f_{c,is,cyl,Ø150\times150,H} = 0{,}91\times f_{c,is,cyl,Ø100\times100,H}$ — $\alpha_{ci} = 0{,}91$ → *Halász István* (1982)

k) $f_{c,is,cyl,Ø100\times100,H} = 0{,}93\times f_{c,cube,150}$ — 0,85/0,91 = 0,93 → f) és j) összefüggésből

l) $f_{c,is,cyl,Ø100\times100,H} = 1{,}14\times f_{c,cyl,Ø150\times300}$ — 1,04/0,91 = 1,14 → h) és j) összefüggésből

m) $f_{c,cyl,Ø150\times300} = 0{,}93/1{,}14\times f_{c,cube,150} = 0{,}82\times f_{c,cube,150}$

Ellenőrzés a k) és l) összefüggésből, amely az m) = g) összefüggést eredményezi.

A fenti összefüggésekbe f_c helyett f_{ci} vagy f_{cm} írható. Abban az esetben, ha az alulmaradási tágasság a próbatestek számának (*Student*-tényezőnek) és a nyomószilárdság szórásának a függvénye (tehát nem egy konstans), akkor az f_c helyett f_{ck} is írható.

Valamennyi f_c, illetve f_{ci}, f_{cm}, f_{ck} nyomószilárdság érték alatt tapasztalati, mért érték, azaz $f_{c,test}$, illetve $f_{ci,test}$, $f_{cm,test}$, $f_{ck,test}$ értendő (csak fenn az egyszerűség kedvéért nincs a „test” index kiírva).

Különböző eredetű, alakú és méretű próbatesteken mért nyomószilárdság … mítása:

a) $f_{c,is,cyl,Ø150\times300,H} = (1/1{,}18)\times f_{c,is,cyl,Ø150\times150,H}$ MSZ EN … kocka

b) $f_{c,is,cyl,Ø150\times300,H} = (1/1{,}18)\times f_{c,is,cube,150}$ … 2016

c) $f_{c,is,cyl,Ø150\times150,H} = f_{c,is,cube}$ … ésből

d) $f_{c,is,cyl,Ø150\times300,H} = 0$ … 007

e) $f_{c,is,cube,150} = 0{,}85\times f$ … 007

f) $f_{c,is,cyl,Ø150\times150,H} = 0{,}8$ … ből

g) $f_{c,cyl,Ø150\times300} = 0{,}82\times f_{c}$ … 6

h) $f_{c,is,cyl,Ø150\times150,H} = 1{,}04$ … l

i) $f_{c,cyl,Ø150\times300} = 0{,}85/1{,}04$ …

Ellenőrzés a …

j) $f_{c,is,cyl,Ø150\times150,H} = 0{,}91\times f_{c,}$ … *István* (1982)

k) $f_{c,is,cyl,Ø100\times100,H} = 0{,}93\times f_{c,}$ … – 0,93 → f) és j) összefüggésből

l) $f_{c,is,cyl,Ø100\times100,H} = 1{,}14\times f_{c,}$ … 1,04/0,91 = 1,14 → h) és j) összefüggésből

m) $f_{c,cyl,Ø150\times300} = 0{,}93/1{,}14\times f_{c,cube,150} = 0{,}82\times f_{c,cube,150}$

Ellenőrzés a k) és l) összefüggésből, amely az m) = g) összefüggést eredményezi.

is = in situ (eredeti helyén), de ha fúrt magminta, akkor jelölik core-nak is,

core = mag

A magminta nyomószilárdság jellemző értékének CC jele bizonyára a „Concrete core” vagy a „Compressive strength classes of cores” kifejezésből származik.

A fenti összefüggésekbe f_c helyett f_{ci} vagy f_{cm} írható. Abban az esetben, ha az alulmaradási tágasság a próbatestek számának (*Student*-tényezőnek) és a nyomószilárdság szórásának a függvénye (tehát nem egy konstans), akkor az f_c helyett f_{ck} is írható.

Valamennyi f_c, illetve f_{ci}, f_{cm}, f_{ck} nyomószilárdság érték alatt tapasztalati, mért érték, azaz $f_{c,test}$, illetve $f_{ci,test}$, $f_{cm,test}$, $f_{ck,test}$ értendő (csak fenn az egyszerűség kedvéért nincs a „test” index kiírva).

A kész pályaburkolati betonok jellemző szilárdságának követelményei a szilárdsági osztályok szerint

CP4,5/3 →

Megnevezés			Jel (MSZ EN szerint)	CP4,5/3,5	CP4/2,7	CP 3,5/2,4	CP 3/2
				beton pályaburkolatok szilárdsági osztálya szerinti szilárdsági követelmények [N/mm²]			
Húzószilárdság	MSZ EN 13877-1 szerint	150×150×600 mm-es gerendán hajlítással, 28 napos korban vizsgálva	$f_{ctk,fl}$ F	4,5	4	3,5	3
		Ø 150/300 mm 28 napos henger, hasítással vizsgálva	$f_{ctk,sp}$ S	3,5 → 3,1	3	2,7	2,4
	MSZ EN 13 877-2 szerint	kifúrt hengeren, 28 napos korban, hasítással vizsgálva	$f_{ctk,is,sp}$ SC	3,0	2,7	2,4	2,0
Nyomószilárdság		kifúrt Ø 150/300 mm-es hengeren, 28 napos korban nyomásra vizsgálva (a szabvány szerinti korrekciós tényezővel)	CC → C → $f_{ck,cyl}$	36,6 → 35 → 45	30,9 → 30	26,1 → 25	20,8 → 20
		150 mm-es élhosszúságú kockán, 28 napos korban nyomásra vizsgálva	C $f_{ck,cube}$	40	37	30	25

sablonban készült (Ø150×150 mm)

sablonban készült (Ø150×150 mm)

sablonban készült

$f_{ctk,sp} = 0,785 \times f_{ctk,fl} = (1/0,85) \times f_{ctk,sp,is}$

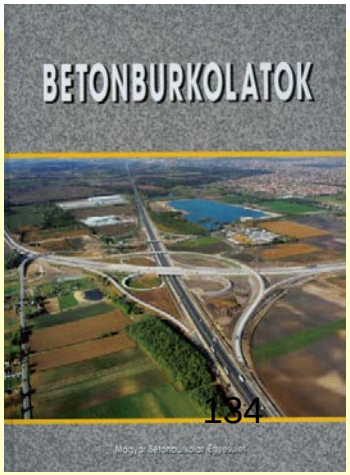
$f_{ctk,sp,is} = 0,667 \times f_{ctk,fl}$

$f_{c,is,cyl,Ø150\times150,H} = 6,736 \times e^{0,564 \times f_{ctk,is,sp}}$

$f_{c,cyl,Ø150\times300} = (1/1,04) \times f_{c,is,cyl,Ø150\times150,H} = 6,477 \times e^{0,564 \times f_{ctk,is,sp}}$

MSZ 4798:2016 szerinti nyomószilárdsági osztály: C35/45 C30/37 C25/30 C20/25

Ez a táblázat lényegében azonos az e-UT 06.03.31:2016 útügyi műszaki előírás 4. táblázatával.



Véleményem szerint a piros színnel írt értékek a helyesek.

Forrás: *Dr. Keleti Imre*, szerkesztő (2012.) →

Kausay

3. táblázat: A burkolati betonok tervezési követelményei

Megnevezés — Pályaburkolati beton jele	CP4,5/3,5 CP4,5/3	CP4/2,7	CP3,5/2,4	CP3/2
Hajlító-húzó szilárdság **várható értéke** 28 napos korban, 150×150×600 mm méretű, vízzel telített gerenda próbatesteken, N/mm² ha n = 3, $f_{ctm,fl} = f_{ctk,fl} + 2{,}92\times0{,}33$[a)], ahol $t_{Student,\ n=3} = 2{,}92$	6,5 5,5	5,3 5,0	4,6 4,5	4,0
Hasító-húzó szilárdság **várható értéke** 28 napos korban, 150 mm átmérőjű és 150 mm magasságú, fúrt magból kialakított, légszáraz henger próbatesteken *), N/mm² ha n = 3, $f_{ctm,sp} = f_{ctk,sp} + 2{,}92\times0{,}27$[b)], ahol $t_{Student,\ n=3} = 2{,}92$	5,0 3,8	4,0 3,5	3,6 3,2	3,2 2,8
Nyomószilárdság **várható értéke** 28 napos korban, 150×150×150 mm méretű, vízzel telített próbakockákon, , N/mm² ha n = 3, $f_{cm,cube} = f_{ck,cube} + 2{,}92\times3$, ahol $t_{Student,\ n=3} = 2{,}92$	50 54	45 46	40 39	33 34
Nyomószilárdság **várható értéke** 28 napos korban, 150 mm átmérőjű és ~~150 mm~~ 300 mm magasságú, vízzel telített próbahengereken, N/mm² ha n = 3, $f_{cm,cyl} = 0{,}82\times f_{cm,cube}$	45 44	40 38	34 32	28
Beton megengedett legkisebb cementtartalma**) ***), kg/m³	370	350	330	300
Beton megengedett legnagyobb víz-cement tényezője****)	0,38	0,43	0,45	0,47
Adalékanyag megkövetelt legnagyobb szemnagysága, mm	8, 11	8*), 16, 22, 32		
Adalékanyag zúzott anyagrészének mennyisége legalább, tömeg%	100	50	40	30
Megszilárdult betonban a távolsági tényező legfeljebb, mm*****)	0,18	0,22		

A húzószilárdság számításba vehető legkisebb szórása legyen a nyomószilárdság számításba vehető legkisebb szórásához (3,0 N/mm²) arányosítva:

a) hajlító-húzószilárdság esetén 0,33 N/mm²
b) hasító-húzószilárdság esetén 0,27 N/mm²

és így az alulmaradási tágasság n = 3 esetén:

a) hajlító-húzószilárdság esetén 1,0 N/mm²
b) hasító-húzószilárdság esetén 0,8 N/mm²

A 4 mm feletti szemeket illetően

A 4 mm alatti szemek legalább 50 tömegszázaléka homok (nem zúzott).

Véleményem szerint a piros színnel írt értékek a helyesek.

Megjegyzések az előző diakockán lévő (e-UT 06.03.31:2016 útügyi műszaki előírás 3. táblázata) táblázathoz:

***) A pályabeton húzószilárdságát Ø150/150 mm méretű hengeren 28 napos korban hasítással csak az alkalmassági vizsgálat során kell ellenőrizni.**

****) A 8 mm legnagyobb szemnagyságú betonkeverék cementtartalma 370 kg/m^3-nél kevesebb ne legyen.**

*****) Az XF4 környezeti osztályú beton megengedett legkisebb cementtartalma 340 kg/m^3 (MSZ 4798).**

******) Az XF4 környezeti osztályú beton megengedett legnagyobb víz-cement tényezője 0,45 (MSZ 4798).**

*******) Az MSZ 4798 szabvány szerint az XF4 környezeti osztályú megszilárdult beton távolsági tényezője ≤ 0,18 mm, a 0,3 mm-nél kisebb átmérőjű (hatékony) légbuborékok mennyisége ≥ 2,1%.**

ÖSSZEFOGLALÁS

Valamely adott f_{cm} átlagos nyomószilárdságú beton f_{ck} nyomószilárdsági osztálya az MSZ EN 206 európai betonszabvány nyomószilárdsági megfelelőségi feltétel alapján értékelve nagy valószínűséggel legalább eggyel nagyobbra adódik, mint a 2004 előtti ugyanolyan összetételű, de, annak idején az MSZ 4719:1982 („Betonok”) vagy MSZ-07-3212-3:1981 („Beton pályaburkolatok”) szabvány szerint (vagy a mai MSZ EN 1990:2011 Eurocode szerinti) értékelt beton nyomószilárdsági osztálya.

Ez azt jelenti, hogy ma az MSZ EN 206 szabvány alapján épülő betonszerkezetek vagy az MSZ EN 13877-2 szabvány alapján épülő pályaburkolatok betonjának átlagos nyomószilárdsága (f_{cm}) kisebb, összetétele minden bizonnyal gyengébb, kevésbé tartós, mint az *ugyanolyan nyomószilárdsági osztályú (jelű)* betonból 2004 előtt épült betonszerkezetek és pályaburkolatok betonja volt.

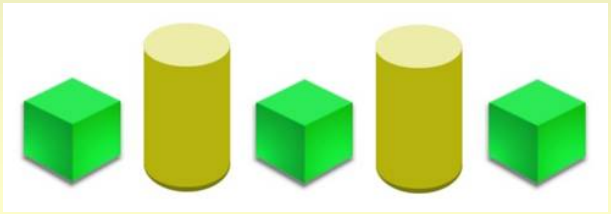
E kockázatokat magában hordozó gyakorlat visszaszorítására az új magyar MSZ 4798:2016 betonszabvány lehetőséget ad.

Előadásom célja volt:

- **e körülmény széles körű tudatosítása;**
- **az MSZ 4798:2016 szabvány alternatív szilárdság értékelési módszerei alkalmazásának szorgalmazása betonjaink 2004 előtti, nagyobb biztonságot adó szilárdsági tulajdonságaihoz való visszatérés érdekében, különösképpen a közpénzből megvalósuló beruházások területén.**

Köszönöm a szíves figyelmüket…

Nyomószilárdsági osztályok és a beton jellemzése nyomószilárdság szerint az MSZ EN 206 és MSZ 4798 szabványok alapján



Dr. Kausay Tibor

BME Építőanyagok és Magasépítés Tanszék

Heves Megyei Mérnöki Kamara, Eger, 2015. október 29.
Budapesti és Pest Megyei Mérnöki Kamara, Budapest, 2015. november 9.
Hajdú-Bihar Megyei Mérnöki Kamara, Debrecen, 2015. december 1.
Békés Megyei Mérnöki Kamara, Békéscsaba, 2015. december 2.
Szabolcs-Szatmár-Bereg Megyei Mérnöki Kamara, Nyíregyháza, 2016. február 23.

1977 előtt

a nyomószilárdságot 200 mm élhosszúságú próbakockákon vizsgáltuk, amelyeket vegyesen tároltuk.

A betont a nyomószilárdság átlagértékével minősítettük és jelöltük, kp/cm^2-ben. Példa a beton jelére: B 280.

A meg nem felelő tétel elfogadási valószínűsége: 50 %,

az alulmaradási hányad: 2,28 %,

az alulmaradási tényező értéke: 2,0 volt a $K_{átlag} = K_{küszöb}/(1 - 2 \cdot s/K_{átlag}) \rightarrow K_{átlag} - 2 \cdot s = K_{küszöb}$ összefüggésből.

(MSZ 4715:1961, MSZ 4715-4:1972, MSZ 4719:1958, MSZ 4720:1961, MSZ 15022-1:1971)

1977-1980 között

a nyomószilárdságot 200 mm élhosszúságú próbakockákon vizsgáltuk, amelyeket vegyesen tároltuk.

A betont a nyomószilárdság jellemző értékével minősítettük ($R_{k,200,vegyes} = 0{,}7 \cdot R_{m,200,vegyes}$), de még átlagértékével jelöltük, kp/cm^2-ben. Például: B 280.

A meg nem felelő tétel elfogadási valószínűsége: 50 %,

az alulmaradási hányad: 2,28 %,

az alulmaradási tényező értéke: 2,0,

a relatív szórás (variációs tényező) értéke: 15 % volt.

(MSZ 4715-4:1972, MSZ 4719:1977, MSZ 4720:1961, MSZ 15022-1:1971)

1980-1982 között

a nyomószilárdságot 200 mm élhosszúságú próbakockákon vizsgáltuk, amelyeket vegyesen tároltuk.

A betont a nyomószilárdság jellemző értékével minősítettük ($R_{k,200,vegyes} = \underline{0,75} \cdot R_{m,200,vegyes}$), de még átlagértékével jelöltük, kp/cm^2-ben. Például: B 280.

A meg nem felelő tétel elfogadási valószínűsége: 50 %,

az alulmaradási hányad: $\underline{5,0\ \%}$,

az alulmaradási (*Student*) tényező értéke $t_{n>40}$ esetén: $\underline{1,645}$,

a relatív szórás (variációs tényező) értéke: 15 % volt.

(MSZ 4715-4:1972, MSZ 4719:1977, MSZ 4720-2:1980, MSZ 15022-1:1971 M:1980)

3.5.2. A nyomószilárdság ellenőrzésénél a vizsgálati eredmények R_k jellemző értékét az

$$R_k = R_m - k \cdot t \cdot s$$

kifejezéssel kell meghatározni, ahol

t a tételbe tartozó beton szilárdsága 5% alulmaradási valószínűséghez tartozó jellemző értékének kiszámítására szolgáló ún. Student-féle tényező, amelyet a 3.5.3., 3.5.6. illetve 3.5.7. szakaszok előírásai szerint kell meghatározni.

s a szórás, értékét a 3.5.4., 3.5.5. illetve a 3.5.6. szakaszok előírásai szerint kell meghatározni és számításba venni.

A t tényező értékei

3. táblázat

n	10	12	14	16	18	20	25	30	40	> 40
t	1,79	1,77	1,75	1,73	1,72	1,71	1,70	1,69	1,68	1,645

1982-2002 között

a próbatestek 150 mm élhosszúságú kockák és Ø150·300 mm méretű hengerek voltak, amelyeket vegyesen tároltuk.

A betont a vegyesen tárolt Ø150·300 mm méretű hengerek nyomószilárdságának jellemző értékével kellett minősíteni és jelölni, N/mm^2-ben. Például: C 25.

A meg nem felelő tétel elfogadási valószínűsége: 50 %,

az alulmaradási hányad: 5,0 %,

az alulmaradási (*Student*) tényező értéke $t_{n>40}$ esetén: 1,645,

a relatív szórás (variációs tényező) értéke: 15 % volt.

(MSZ 4715-4:1972, MSZ 4719:1982, MSZ 4720-2:1980, MSZ 15022-1:1971 M:1982)

2002 óta (amely az európai szabványok bevezetésének az éve)

a próbatestek 150 mm élhosszúságú kockák és Ø150·300 mm méretű hengerek, amelyeket végig víz alatt kell tárolni.

2004 óta a kockákat szabad vegyesen is tárolni.

A betont a végig víz alatt tárolt hengerek és kockák nyomószilárdságának jellemző értékével kell minősíteni és jelölni, N/mm^2-ben. Például: C20/25.

A meg nem felelő tétel elfogadási valószínűsége: 70 %,

az alulmaradási hányad: 5,0 %,

az alulmaradási (*Taerwe*) tényező értéke *n* = 15 esetén: 1,48.

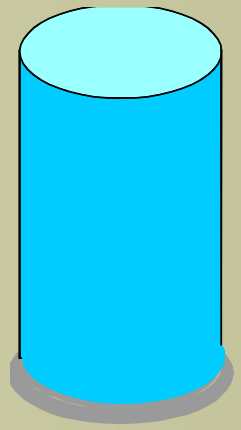
(MSZ 15022-1:1986, MSZ EN 206-1:2002, MSZ EN 12390-2:2002, MSZ EN 12390-3:2002, *MSZ 4798-1:2004*)

2014-ben

az MSZ EN 206-1:2002 szabványt az MSZ EN 206:2014 szabvány váltotta fel, és az MSZ 4798-1:2004 szabványt visszavonták.

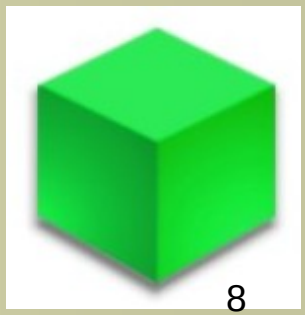
2016. április 1-én

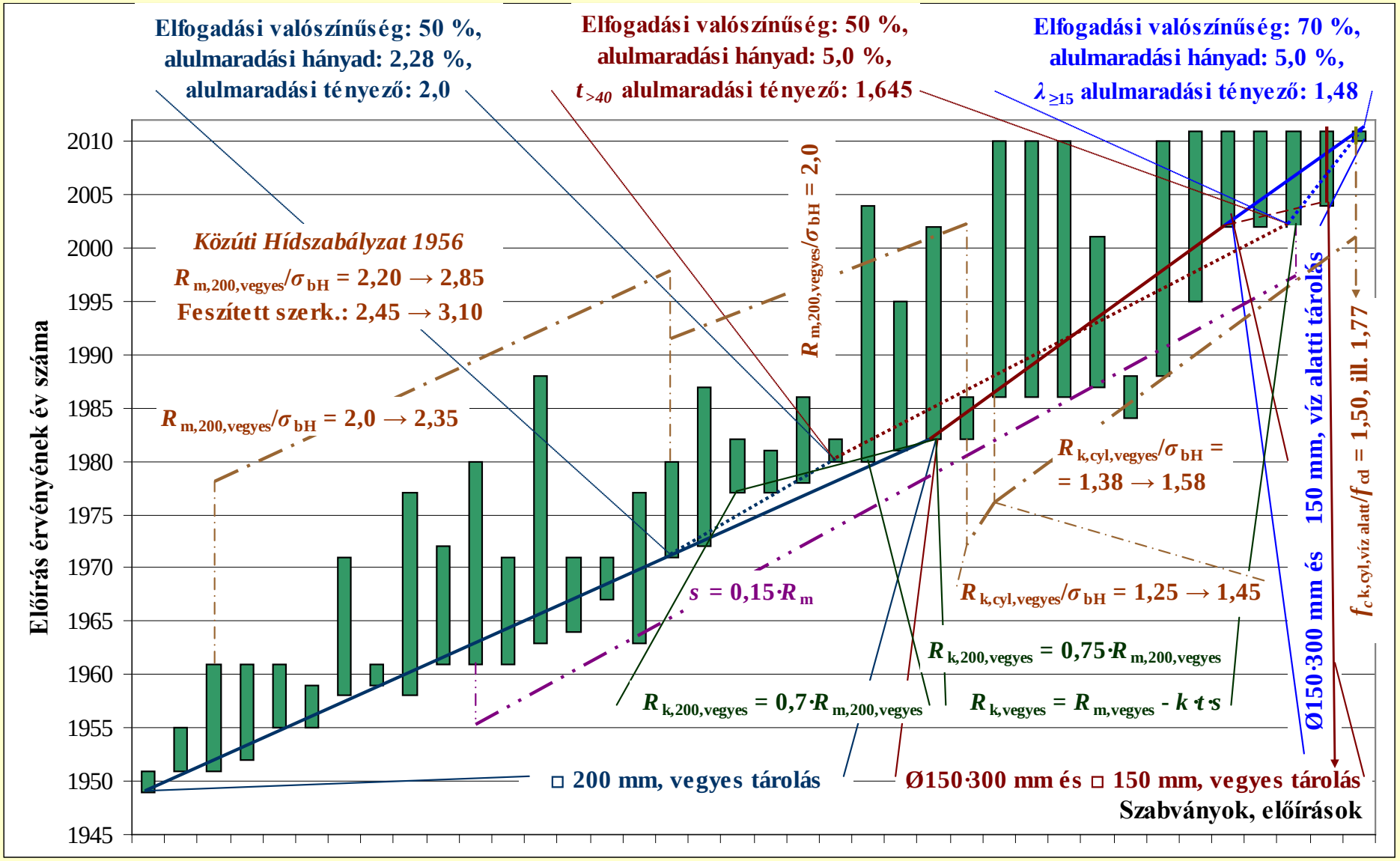
érvényre lép az MSZ 4798:2016 szabvány (NAD).



Az MSZ EN 206:2014 szabvány (elődjéhez hasonlóan) a 150 mm átmérőjű, 300 mm magas hengerek és a 150 mm élhosszúságú kockák végig víz alatti tárolása mellett *megengedi* a próbatestek *másféle tárolását* is.

Erre való hivatkozással az MSZ 4798:2016 szabványban (elődjéhez hasonlóan) megengedjük a 150 mm élhosszúságú kockák vegyes tárolását.





A beton nyomószilárdsága jellemzésének változásai az utóbbi 65 évben

2010 óta

a betonszerkezetek tervezését az MSZ EN 1992-1-1:2010 (Eurocode 2) méretezési szabvány alapján kell végezni.

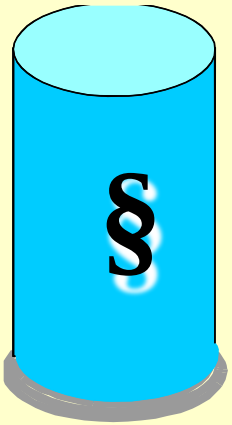
Az MSZ EN 1992-1-1:2010 szabvány szerint

a meg nem felelő tétel elfogadási valószínűsége: 50 %,

az alulmaradási hányad: 5,0 %,

az alulmaradási (*Student*) tényező értéke $t_{n>40}$ esetén: 1,645.

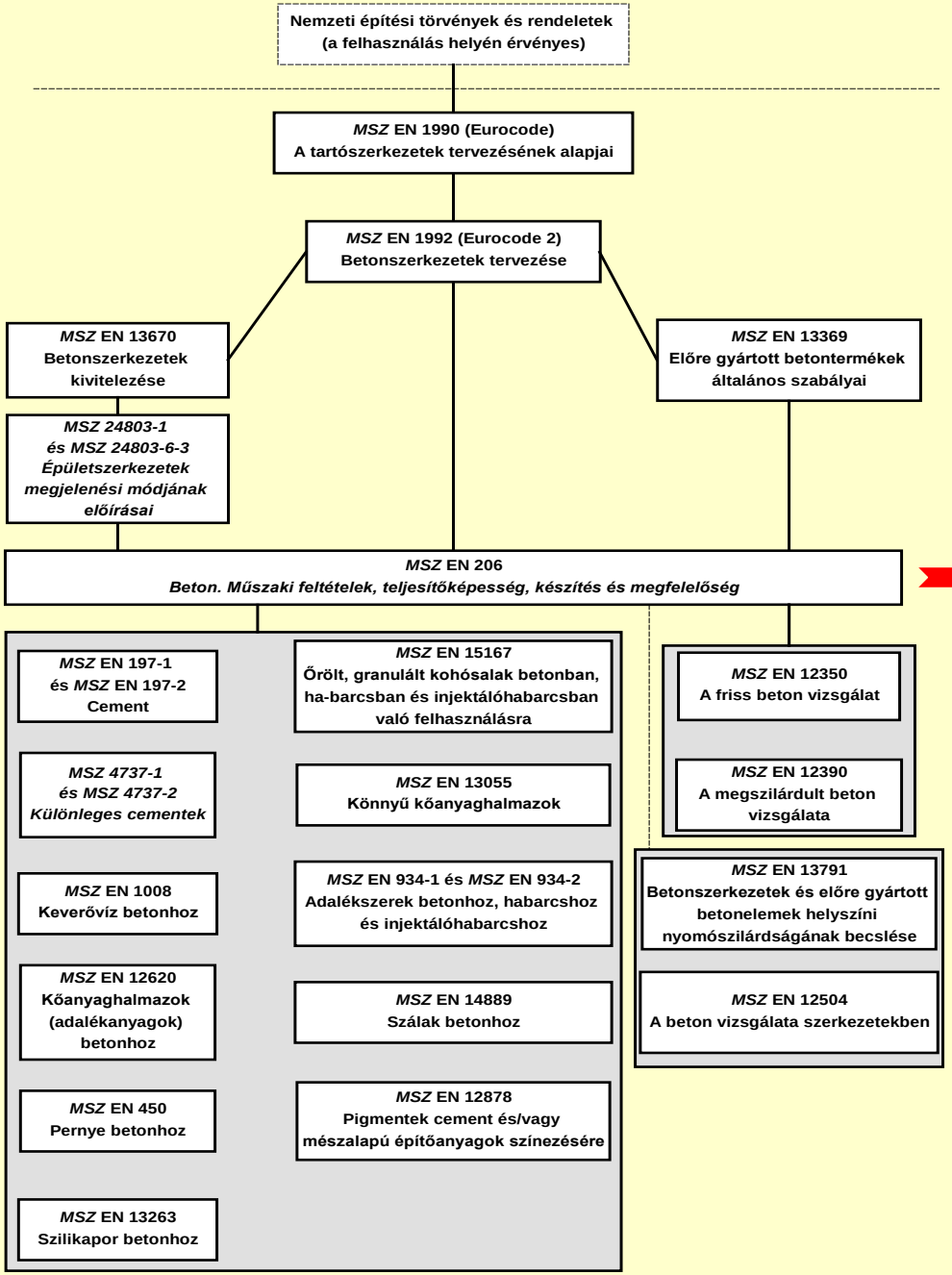
Az MSZ EN 1992-1-1:2010 szabvány a beton nyomószilárdsága alatt a 28 napos korú, végig víz alatt tárolt Ø150·300 mm méretű hengerek szilárdságát érti,



a beton nyomószilárdságának megfelelőségét a 150 mm átmérőjű, 300 mm magas, végig víz alatt tárolt próbahengerek nyomószilárdsága alapján ítéli meg, következésképpen a megfelelőségi feltételek is ezekre a hengerekre vonatkoznak.

Különböző idők nyomószilárdsági osztályainak egymáshoz való viszonya

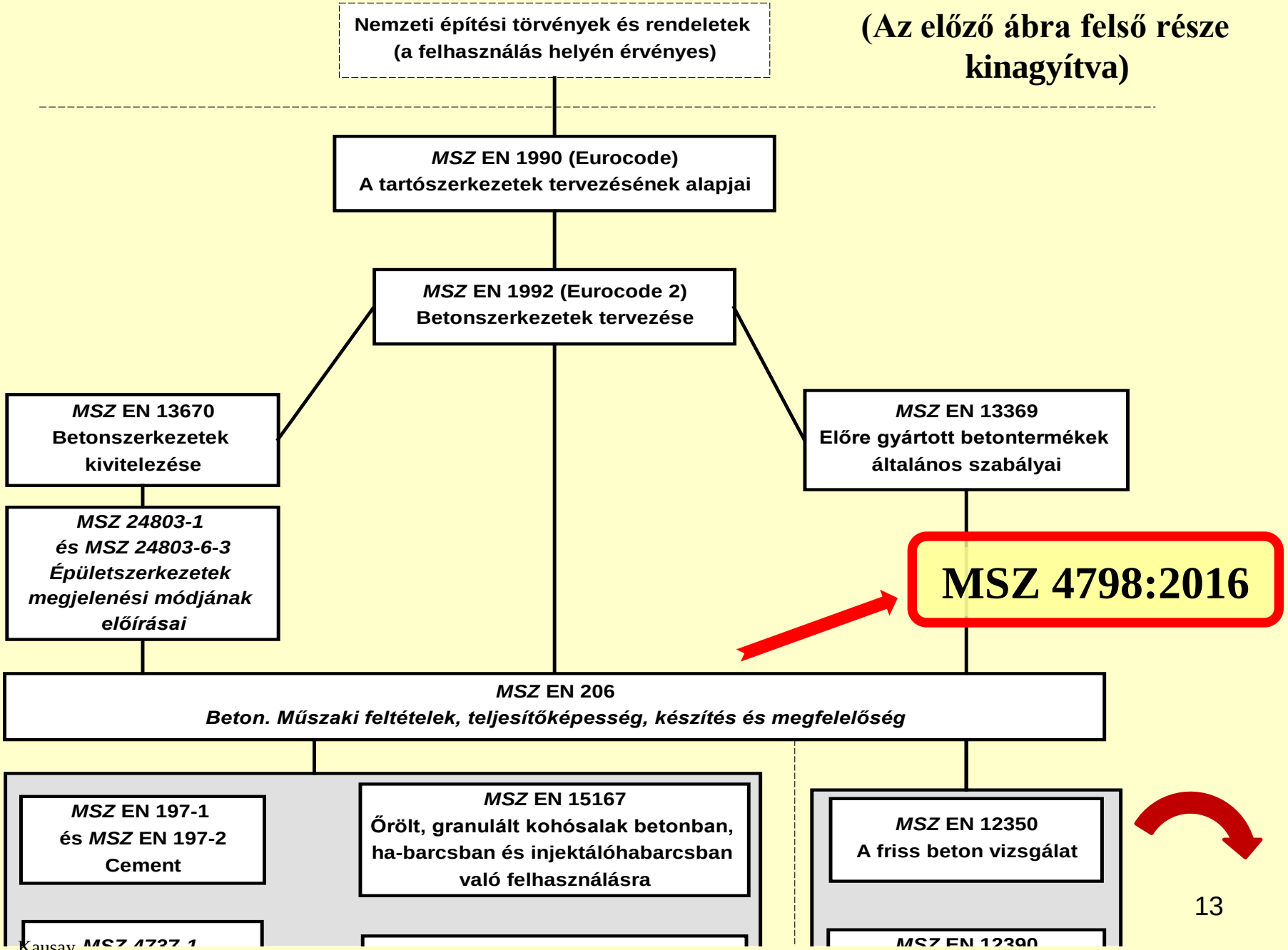
1999 óta	MSZ ENV 1992-1-1:1999, MSZ EN 1992-1-1:2010 Eurocode 2									
–	C8/10	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
2002 óta	MSZ EN 206-1:2002, MSZ EN 206:2014, MSZ 4798:2016									
–	C12/15	C16/20	C20/25 C25/30	C25/30	C30/37	C35/45 C40/50	C40/50	C45/55 C50/60	C50/60 C55/67	C55/67
1982-2002 között	MSZ 4719:1982, MSZ 4720-2:1980									
C 4	C 6	C 10 C 12	C 12 C 16	C 16 C 20	C 25 C 30	C 30 C 35	C 35 C 40	C 40 C 45 C 50	C 50 C 55	C 55
1951-1982 között	MNOSZ 934:1951, MNOSZ 15022:1951, MSZ 15022-1:1971 M:1980									
B 140	B 200	B 200 B 280	B 280 B 350	B 350 B 400	B 400 B 500	B 500 B 560	B 560	–	–	–



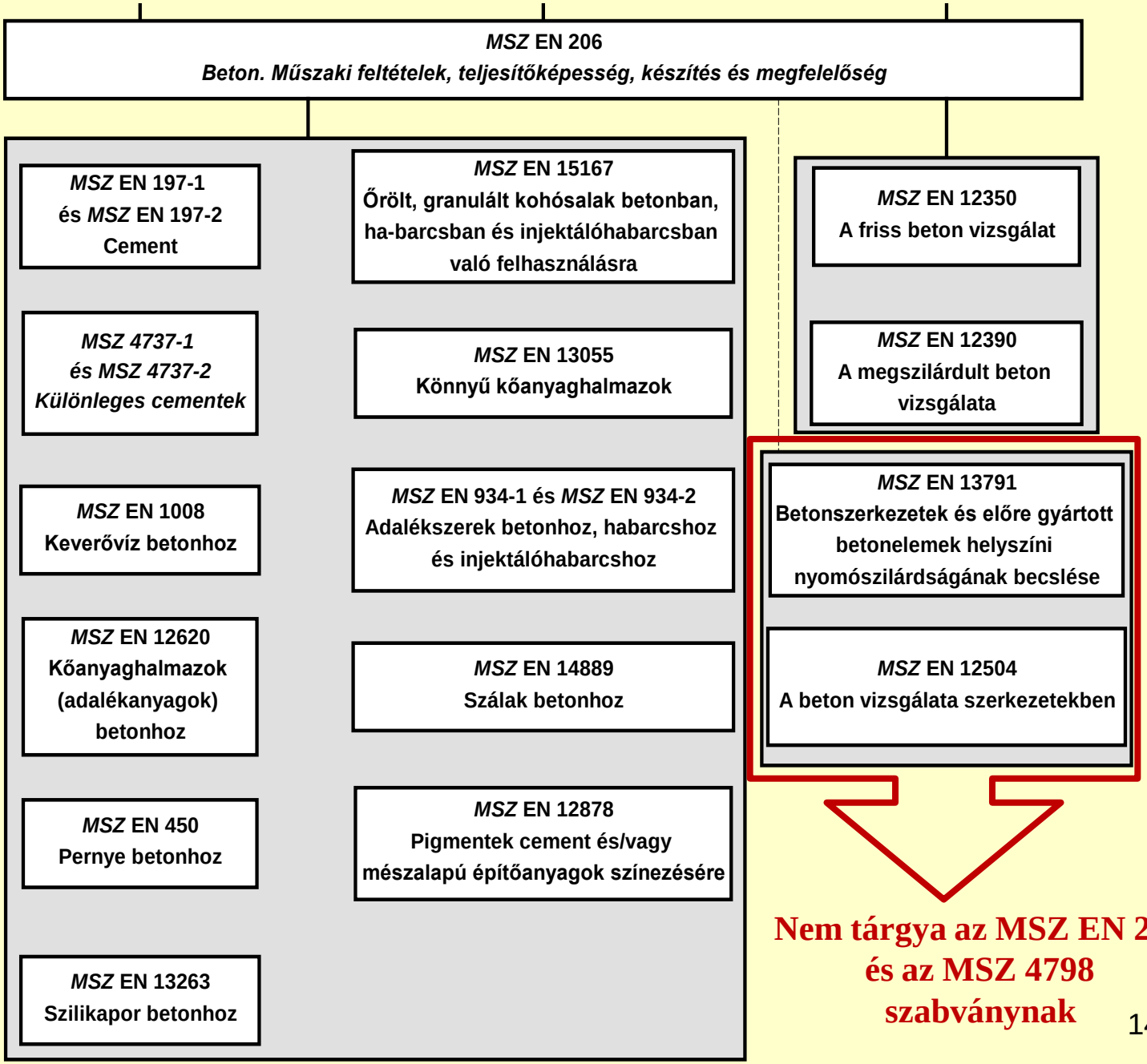
Az MSZ EN 206:2014 betonszabvány és a többi „betonos” szabvány kapcsolata, alá, ill. fölé rendeltsége

MSZ 4798:2016

Kausay


Nemzeti építési törvények és rendeletek
(a felhasználás helyén érvényes)
(Az előző ábra felső része kinagyítva)
MSZ EN 1990 (Eurocode)
A tartószerkezetek tervezésének alapjai
MSZ EN 1992 (Eurocode 2)
Betonszerkezetek tervezése
MSZ EN 13670
Betonszerkezetek kivitelezése
MSZ EN 13369
Előre gyártott betontermékek általános szabályai
MSZ 24803-1
és MSZ 24803-6-3
Épületszerkezetek megjelenési módjának előírásai
MSZ 4798:2016
MSZ EN 206
Beton. Műszaki feltételek, teljesítőképesség, készítés és megfelelőség
MSZ EN 197-1
és MSZ EN 197-2
Cement
MSZ EN 15167
Őrölt, granulált kohósalak betonban, ha-barcsban és injektálóhabarcsban való felhasználásra
MSZ EN 12350
A friss beton vizsgálat

Az MSZ EN 206:2014 betonszabvány és a többi „betonos” szabvány kapcsolata (az előző ábra folytatása)



2005. augusztus

MAGYAR SZABVÁNY MSZ EN 1990

Eurocode: A tartószerkezetek tervezésének alapjai

4.2. Anyag- és termékjellemzők

(4)P Az anyagjellemzők értékeit előírt körülmények között elvégzett szabványosított vizsgálatok eredményeként kell meghatározni. Átszámítási tényezőt kell alkalmazni abban az esetben, ha a szabványosított vizsgálatok eredményét át kell számítani olyan értékké, amelyről feltételezhető, hogy a tartószerkezetben vagy a talajban lévő anyag vagy termék viselkedését jobban leírja.

és az átszámított vizsgálati eredményt kell az előírt értékkel összevetni

D7.2. A karakterisztikus értéken alapuló eljárás

(1) Az X jellemző tervezési értéke a következő összefüggéssel határozható meg:

$$X_d = \eta_d \frac{X_{k(n)}}{\gamma_m} = \frac{\eta_d}{\gamma_m} m_X \{1 - k_n V_X\} = \frac{\eta_d}{\gamma_m} (m_X - k_n \cdot s_X) \rightarrow X_d = f_{ck} \cdot \eta_d \quad \text{(D1.)}$$

pld. t_n = Student-tényező

ahol:

η_d az átszámítási tényező tervezési értéke.

γ_m az anyagjellemző parciális tényezője 4.2.(10)P = 1,0

γ_M az anyagjellemző parciális tényezője, mely a számítási modell bizonytalanságait és a méreteltéréseket is figyelembe veszi 6.5.4.

6.5.4. Az anyagok parciális tényezői

(1) Használhatósági határállapotok esetén az anyagjellemzőkre vonatkozó γ_M parciális tényezők értékét általában 1,0-re kell felvenni, kivéve, ha az EN 1992 – EN 1999 másként írja elő.

6.3.3. Az anyag- vagy termékjellemzők tervezési értékei

(1) Az anyag- vagy termékjellemző X_d tervezési értéke a következő általános összefüggéssel határozható meg:

$$X_d = \eta \frac{X_k}{\gamma_m} \qquad (6.3.)$$

A vizsgálati eredményt kell átszámítani,és az átszámított vizsgálati eredményt kell az előírt értékkel összevetni.

ahol:

X_k az anyag- vagy termékjellemző karakterisztikus értéke (lásd a 4.2. szakasz (3) bekezdését);

η az átszámítási tényező várható értéke, mely

- a térfogati és mérethatást,
- a nedvességtartalom és a hőmérséklet hatását, és
- más, egyéb lényeges paramétereket

vesz figyelembe.

γ_m az anyag- vagy termékjellemző parciális tényezője, mely

- az anyag- vagy termékjellemző karakterisztikus értéktől való kedvezőtlen irányú eltérésének lehetőségét;
- az η átszámítási tényező véletlenszerű pontatlanságait

veszi figyelembe.

2005. augusztus

MAGYAR SZABVÁNY **MSZ EN 1990**

Eurocode: A tartószerkezetek tervezésének alapjai

$$E_d \le R_d$$

ahol:

E_d az igénybevételek tervezési értéke, úgy kat tartalmazó vektormennyiség;

R_d a megfelelő ellenállás tervezési értéke.

6.3.5. Az ellenállás tervezési értéke

(1) Az ellenállás R_d tervezési értéke a következő

$$R_d = \frac{1}{\gamma_{Rd}} R\{X_{d,i}; a_d\} = \frac{1}{\gamma_{Rd}} R\left\{\eta_i \frac{X_{k,i}}{\gamma_{m,i}}; a_d\right\}$$

ahol:

a_d a geometriai jellemző tervezési értéke

γ_{Rd} az ellenállás parciális tényezője, mely az jellemzők bizonytalanságait veszi figyele 6.3.4. szakasz (2) bekezdését);

$X_{d,i}$ az *i*-edik anyagjellemző tervezési értéke.

A vizsgálati eredményt kell átszámítani,és az átszámított vizsgálati eredményt kell az előírt értékkel összevetni.

D7.2. A karakterisztikus értéken alapuló eljárás

(1) Az X jellemző tervezési értéke a következő összefüggéssel határozható meg:

$$X_d = \eta_d \frac{X_{k(n)}}{\gamma_m} = \frac{\eta_d}{\gamma_m} m_X\{1 - k_n V_X\} = \frac{\eta_d}{\gamma_m}(m_X - k_n \cdot s_X) \rightarrow X_d = f_{ck} \cdot \eta_d \quad \text{(D1.)}$$

= 1,0

pld. t_n = Student-tényező

ahol:

η_d az átszámítási tényező tervezési értéke.

Entsprechend [5] wird der Umrechnungsfaktor $k_{cyl/cube}$ für die Umrechnung zwischen Würfelproben mit 150 mm Kantenlänge und Zylinderproben mit 150 mm Durchmesser und 300 mm Höhe mit einem mittleren Wert für alle Festigkeitsklassen mit 0,82 gewählt:

Bei diesem Beitrag handelt es sich um einen wissenschaftlich begutachteten und freigegebenen Fachaufsatz („reviewed paper").

Hauptaufsatz

Umrechnung der Druckfestigkeit von zwischen 1943 und 1972 hergestellten Betonen auf charakteristische Werte

J. Schnell, M. Loch, N. Zhang

Band 85, Dezember 2010 Copyright Springer-VDI-Verlag GmbH & Co. KG, Düsseldorf Bauingenieur

$$\frac{f_{c,cyl}}{f_{c,cube150}} = k_{cyl/cube} = 0{,}82$$

víz alatt tárolt kocka és henger

mit:

$f_{c,cube150}$ Betondruckfestigkeit eines Würfels mit 150 mm Kantenlänge,

$f_{c,cube200}$ Betondruckfestigkeit eines Würfels mit 200 mm Kantenlänge,

$f_{c,cyl}$ Betondruckfestigkeit eines Zylinders ($Ø/h$ = 150/300 mm).

[5] DIN EN 206–1:2001–07: Beton – Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität; Deutsche Fassung EN 206–1:2000.

[6] DIN 1045–2:2008–08: Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 2: Beton; Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität; Anwendungsregeln zu DIN EN 206–1.

[8] DIN EN 12390–2:2009–08: Prüfung von Festbeton – Teil 2: Herstellung und Lagerung von Probekörpern für Festigkeitsprüfungen; Deutsche Fassung EN 12390–2:2009.

Da die Lagerungsbedingungen in [12] weitestgehend der „Trockenlagerung" im nationalen Anhang von [8] entsprechen, kann der Umrechnungsfaktor k_L für Normalbeton entsprechend [6] festgelegt werden.

Lásd még: *Hilsdorf, H. K.*: „Beton". Beton-Kalender 1992., Teil I., p. 40.)

[12] DIN 1048:1943-x: Teil D – Bestimmungen für Betonprüfungen bei Ausführung von Bauwerken aus Beton und Stahlbeton.

$$\frac{f_{c,cube150}}{f_{c,dry}} = k_L = 0{,}92$$

mit:

$f_{c,cube150}$ Betondruckfestigkeit eines Würfels mit 150 mm Kantenlänge bei 28-tägiger Lagerung unter Wasser.

$f_{c,dry}$ Betondruckfestigkeit eines Würfels mit 150 mm Kantenlänge bei Trockenlagerung.

$0{,}82 \times 0{,}92 = 0{,}7544 \sim 0{,}75$

ezért:

$$f_{ci,cyl} = 0{,}75 \times f_{ci,cube,H}$$

DIN 1045-2:2008-08 és E DIN 1045-2:2014-08

Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton. Teil 2: Beton. Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität. Anwendungsregeln zu DIN EN 206

5.5 Anforderungen an Festbeton

5.5.1 Festigkeit

5.5.1.2 Druckfestigkeit

Der zweite Absatz wird ergänzt durch:

Wenn nichts anderes vereinbart ist, ist die Druckfestigkeit an Probewürfeln mit 150 mm Kantenlänge und unter den Lagerungsbedingungen nach DIN EN 12390-2:2001-06, Anhang NA zu bestimmen. Die Druckfestigkeit bei Lagerung nach dem Referenzverfahren nach DIN EN 12390-2:2001-06, ($f_{c,cube}$) darf aus der Druckfestigkeit bei Lagerung nach DIN EN 12390-2:2001-06, Anhang NA ($f_{c,dry}$) nach folgender Beziehung berechnet werden:

Normalbeton bis einschließlich C50/60:

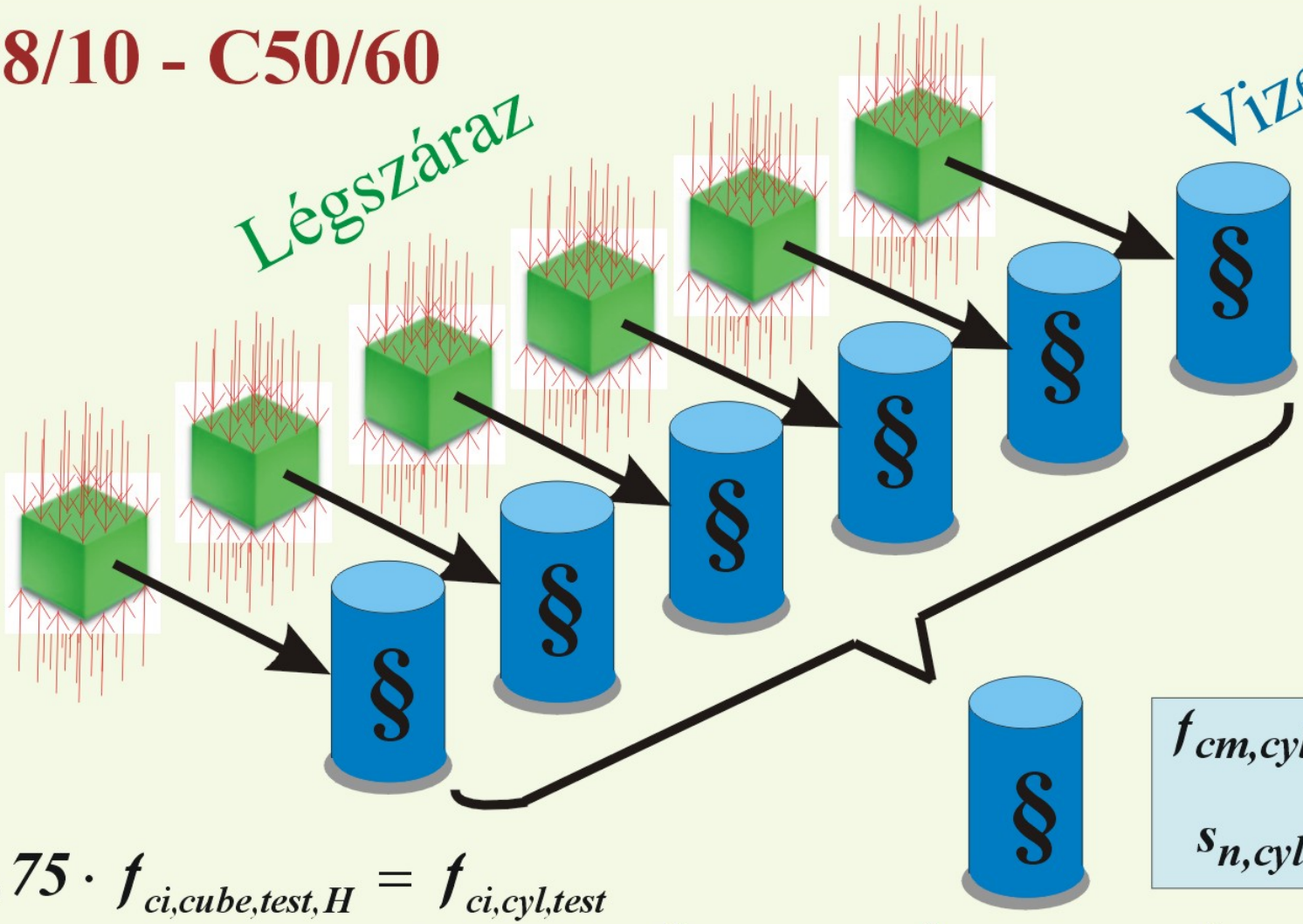
$$f_{c,cube} = 0{,}92 \times f_{c,dry}$$

hochfester Normalbeton ab C55/67:

$$f_{c,cube} = 0{,}95 \times f_{c,dry}$$

Diese Beziehung gilt nur für die Umrechnung von Würfeldruckfestigkeiten und berücksichtigt ausschließlich die unterschiedlichen Lagerungsbedingungen.

C8/10 - C50/60



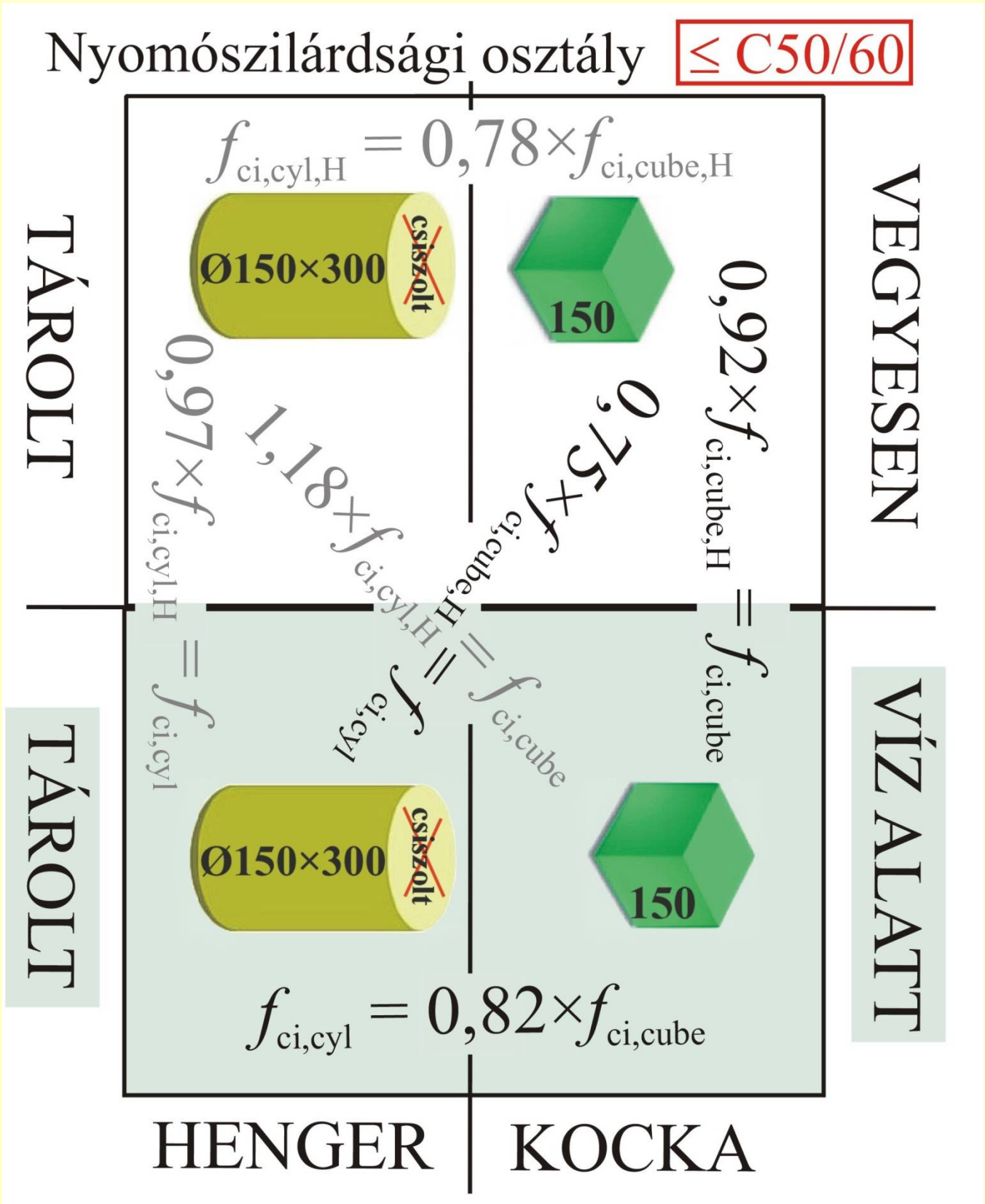
$$0,75 \cdot f_{ci,cube,test,H} = f_{ci,cyl,test}$$

$$f_{ck,cyl} \leq f_{cm,cyl,test} - \lambda_n \cdot s_{n,cyl} = f_{ck,cyl,test}$$

(C55/67 – C100/115 között: $0,8 \cdot f_{ci,cube,test,H} = f_{ci,cyl,test}$)

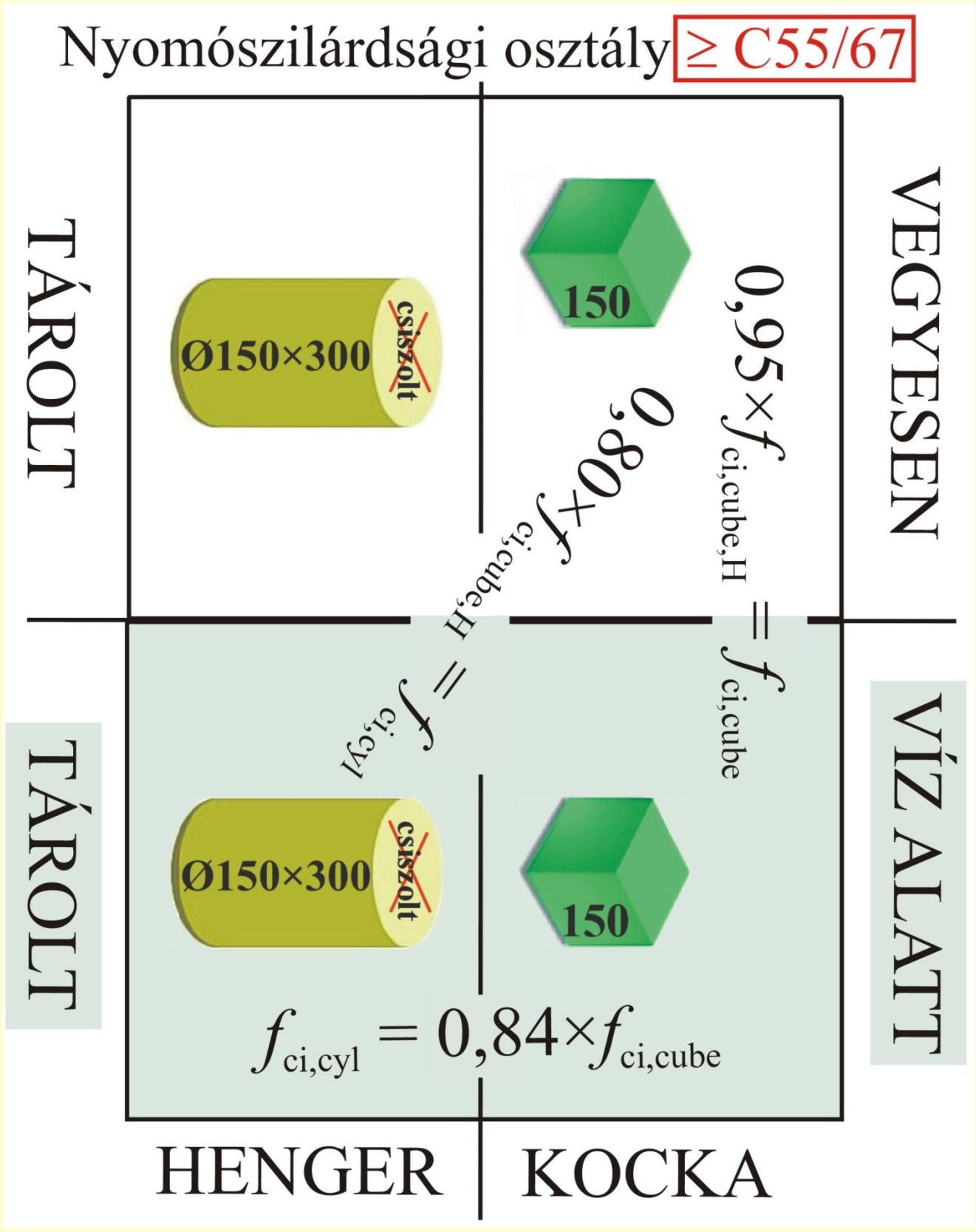
Kausay

Hillsdof és _Schnell_ et al. féle henger-kocka nyomószilárdság átszámítási képletek, ha ≤ C50/60



Kausay

Hillsdof és *Schnell* et al. féle henger-kocka nyomószilárdság átszámítási képletek, ha ≥ C55/67



GYÁRTÁSI IDŐSZAKOK

Az MSZ EN 206:2014 szabvány megkülönbözteti a kezdeti gyártást megelőző időszakot, a kezdeti gyártást és a folyamatos gyártást.

A kezdeti gyártást megelőző időszakban (típusvizsgálat időszaka, ezt korábban próbagyártásnak neveztük) új betonösszetétel alkalmazása esetén típusvizsgálatot (kísérletek sorát) kell végezni annak érdekében, hogy beton az előírt tulajdonságokat vagy a tervezett tulajdonságokat elérje.

A kezdeti gyártás a *legalább 35 egymás utáni*, kihagyás nélküli vizsgálati eredmény meghatározásáig tartó termelési időszak.

A folyamatos gyártás akkor kezdődik, amikor *legalább 35 vizsgálati eredményt meghatároztak* 12 hónapnál nem hosszabb idő alatt.

Az MSZ 4798:2016 szabvány szerint a típusvizsgálat, a kezdeti gyártás és a folyamatos gyártás időszakában készített beton nyomószilárdságát az átadás-átvétel során a *gyártási időszaktól független átadás-átvételi összefüggések szerint* kell értékelni.

Kezdeti gyártást megelőző időszakban **a típusvizsgálat során 70 %-os elfogadási valószínűség mellett a végig víz alatt tárolt 150 mm élhosszúságú kockák, illetve ilyenek alkotta minták átlagos nyomószilárdsága ($f_{cm,cube,test}$) elégítse ki a következő feltételt,**

ha a nyomószilárdsági osztály ≤ C50/60, akkor:

$$f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 6{,}0 \qquad \text{N/mm}^2$$

és ha a nyomószilárdsági osztály ≥ C55/67 (nagyszilárdságú beton), akkor a következő feltételt:

$$f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 8{,}0 \qquad \text{N/mm}^2$$

ha pedig a próbakockákat vegyesen tárolták, akkor a következő feltételt:

ha a nyomószilárdsági osztály ≤ C50/60, akkor:

$$f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}92 + 6{,}5 \qquad \text{N/mm}^2$$

és ha a nyomószilárdsági osztály ≥ C55/67 (nagyszilárdságú beton), akkor a következő feltételt:

$$f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}95 + 8{,}5 \qquad \text{N/mm}^2$$

Kezdeti gyártás 70 %-os elfogadási valószínűség mellett

Az MSZ 4798:2016 szabvány szerint, ha a kezdeti gyártás során a nyomószilárdságot végig víz alatt tárolt 150 mm élhosszúságú próbakockák, illetve ilyenek alkotta minták alkalmazásával határozzák meg, akkor az $f_{cm,cube,test}$ átlag értéknek ki kell elégítenie a következő feltételt, ha a nyomószilárdsági osztály ≤ C50/60:

$$f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 6{,}0 \qquad \text{N/mm}^2$$

és ha a nyomószilárdsági osztály ≥ C55/67 (nagyszilárdságú beton), akkor a következő feltételt:

$$f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 8{,}0 \qquad \text{N/mm}^2$$

Ha a nyomószilárdságot vegyesen tárolt 150 mm élhosszúságú próbakockák, illetve ilyenek alkotta minták alkalmazásával határozzák meg, akkor az $f_{cm,cube,test,H}$ átlag értéknek ki kell elégítenie a következő feltételt, ha a nyomószilárdsági osztály ≤ C50/60:

$$f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}92 + 6{,}5 \qquad \text{N/mm}^2$$

és ha a nyomószilárdsági osztály ≥ C55/67 (nagyszilárdságú beton), akkor a következő feltételt:

$$f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}95 + 8{,}5 \qquad \text{N/mm}^2$$

A kezdeti gyártás $n = 35$ vizsgálati eredményéből meg kell határozni a $\sigma_{35,cube,test}$, illetve $\sigma_{35,cube,test,H}$ szórást.

Folyamatos gyártás 70 %-os elfogadási valószínűség mellett

Az MSZ 4798:2016 szabvány szerint, ha folyamatos gyártás során a nyomószilárdságot legalább $n = 15$ darab végig víz alatt tárolt 150 mm élhosszúságú próbakocka, illetve minta alkalmazásával határozzák meg, akkor az $f_{cm,cube,test}$ átlag érték elégítse ki a következő feltételt:

$$f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 1{,}48 \times \sigma_{35,cube,test} \qquad \text{N/mm}^2$$

Ha a folyamatos gyártás során a nyomószilárdságot legalább 15 darab vegyesen tárolt 150 mm élhosszúságú próbakocka, illetve ilyenek alkotta minta alkalmazásával határozzák meg, akkor az $f_{cm,cube,test,H}$ átlag érték elégítse ki a következő feltételt, ha a nyomószilárdsági osztály $\leq$ C50/60:

$$f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}92 + 1{,}48 \times \sigma_{35,cube,test,H} \qquad \text{N/mm}^2$$

és ha a nyomószilárdsági osztály $\geq$ C55/67 (nagyszilárdságú beton), akkor a következő feltételt:

$$f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}95 + 1{,}48 \times \sigma_{35,cube,test,H} \qquad \text{N/mm}^2$$

Ha a $\sigma_{35,cube,test}$, illetve $\sigma_{35,cube,test,H}$ szórás a kezdeti gyártásból nem ismert, akkor ezek helyett a minta $s_{cube,test}$, illetve $s_{cube,test,H}$ szórásával kell számolni (ún. „D” módszer).

Abban az esetben, ha $n < 15$, akkor az alulmaradási tényező 1,48 helyett a próbakockák, illetve minták n számának függvényét képező λ_n (*Taerwe*-tényező).

Nyomószilárdság értékelési rendje az MSZ 4798:2016 szabvány szerint

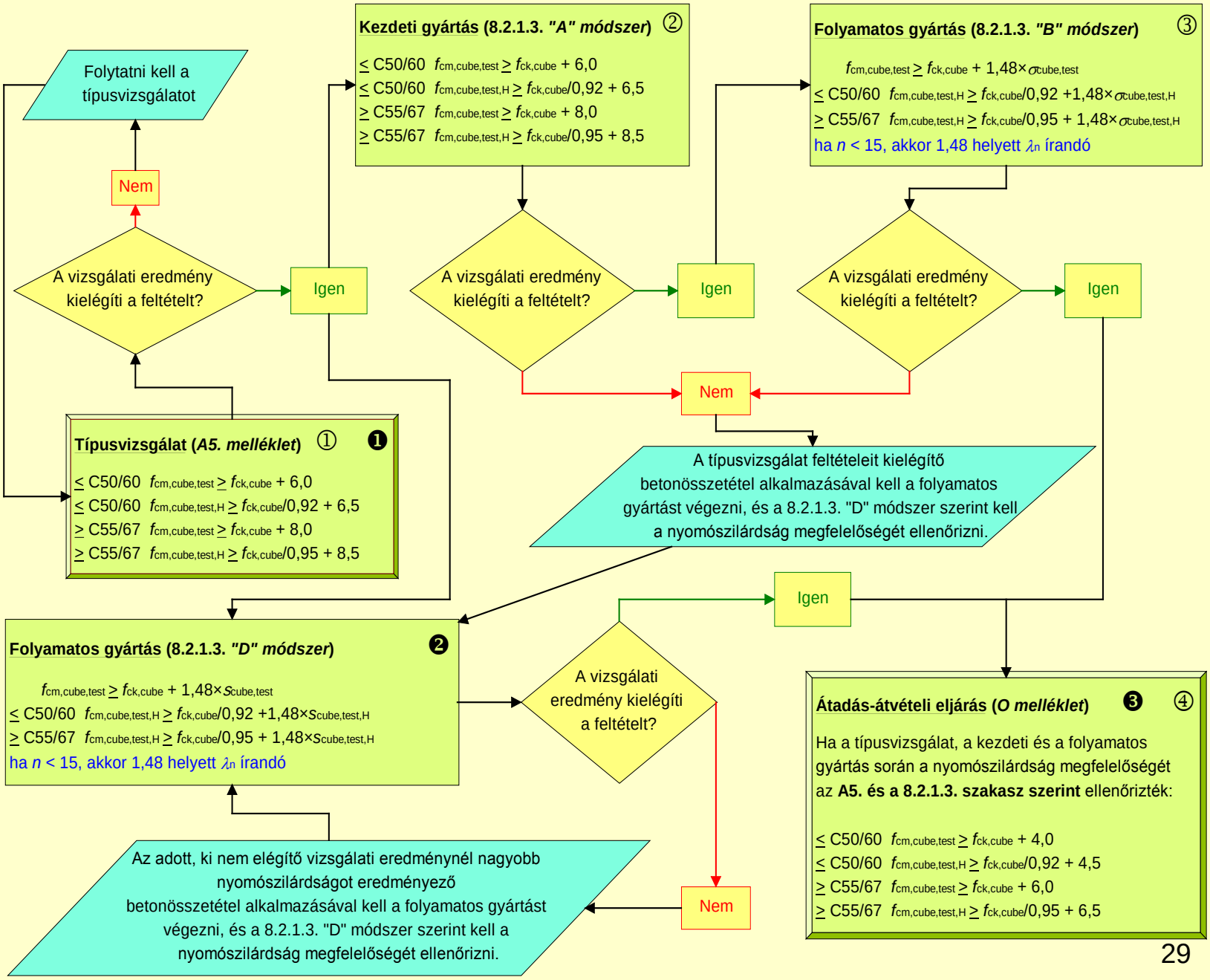
Nyomószilárdság szerinti megfelelőség értékelése			
a **kezdeti gyártást megelőző** időszakban végzett **típusvizsgálat** eredménye alapján	a **kezdeti gyártás** időszakában végzett **gyártásközi ellenőrzés** eredménye alapján Megfelelőségi feltétel a kezdeti gyártás során	a **folyamatos gyártás** időszakában végzett **gyártásközi ellenőrzés** eredménye alapján Megfelelőségi feltétel a folyamatos gyártás során	az **átadás-átvételi** eljárás során **a gyártási időszaktól függetlenül**
Megfelelőség értékelés résztvevői			
Típusvizsgálat értékelése, felügyelete és tanúsítása : Gyártó Felügyelő (tanúsító) szervezet Vizsgáló laboratórium	Gyártásközi ellenőrzés értékelése, felügyelete és tanúsítása : Gyártó Felügyelő (tanúsító) szervezet Vizsgáló laboratórium	Gyártásközi ellenőrzés értékelése, felügyelete és tanúsítása : Gyártó Felügyelő (tanúsító) szervezet Vizsgáló laboratórium	Átadás-átvételi eljárás során: Gyártó Vevő Vizsgáló laboratórium
A 150 mm élhosszúságú, 28 napos korú próbakockák, illetve ilyenek alkotta minták átlagos nyomószilárdságának ($f_{cm,cube,test}$, $f_{cm,cube,test,H}$) megfelelősége, N/mm^2			
Lásd a következő táblázatot			

Lásd a következő diát

Nyomószilárdság értékelési rendje az MSZ 4798:2016 szabvány szerint, ha az elfogadási valószínűség p = 0,05 alulmaradási hányad esetén $A_{(0,05)}$ % = 70%

Nyomószilárdság szerinti megfelelőség értékelése			
a **kezdeti gyártást megelőző** időszakban végzett **típusvizsgálat** eredménye alapján	a **kezdeti gyártás** időszakában végzett **gyártásközi ellenőrzés** eredménye alapján Megfelelőségi feltétel a kezdeti gyártás során	a **folyamatos gyártás** időszakában végzett **gyártásközi ellenőrzés** eredménye alapján Megfelelőségi feltétel a folyamatos gyártás során	az **átadás-átvételi** eljárás során **a gyártási időszaktól függetlenül**
A 150 mm élhosszúságú, 28 napos korú próbakockák, illetve ilyenek alkotta minták átlagos nyomószilárdságának ($f_{cm,cube,test}$, $f_{cm,cube,test,H}$) megfelelősége, N/mm²			
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 6,0$ ≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 6,5$ ≥ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 8,0$ ≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 8,5$	≤ C50/60 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 6,0$ ≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 6,5$ ≥ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 8,0$ ≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 8,5$	≤ C50/60 és ≥ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 1,48 \times \sigma_{cube,test}$ ≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 1,48 \times \sigma_{cube,test,H}$ ≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 1,48 \times \sigma_{cube,test,H}$ **ha n < 15, akkor 1,48 helyett λ_n írandó**, és ahol λ_n a *Taerwe*-tényező és $\sigma_{cube,test} \rightarrow s_{cube,test}$ stb.	≤ C50/60 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 4,0$ ≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 4,5$ ≥ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 6,0$ ≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 6,5$

Az elfogadási (átvételi) valószínűség
p = 0,05 alulmaradási hányad esetén $A_{(0,05)}$ % = 70%



Kausay

AZ ÁTLAGOS NYOMÓSZILÁRDSÁG ELVÁRT ÉRTÉKE, AMIKOR A NYOMÓSZILÁRDSÁG VIZSGÁLATI EREDMÉNYEK SZÓRÁSA NEM ISMERT

MSZ EN 1992-1-1:2010 (Eurocode 2) szabvány 3.1. táblázata szerint:

$$f_{cm} = f_{ck} + 8\ \mathrm{N/mm^2}$$

ahol

f_{cm} **a beton nyomószilárdságának szabványos méretű és végig víz alatt tárolt próbahengeren értelmezett, előírt átlag értéke, és**

f_{ck} **a beton nyomószilárdságának ugyanilyen szabványos próbahengeren értelmezett, előírt jellemző értéke.**

Ugyanakkor az MSZ EN 206:2014 szabvány szerint a kezdeti gyártás során:

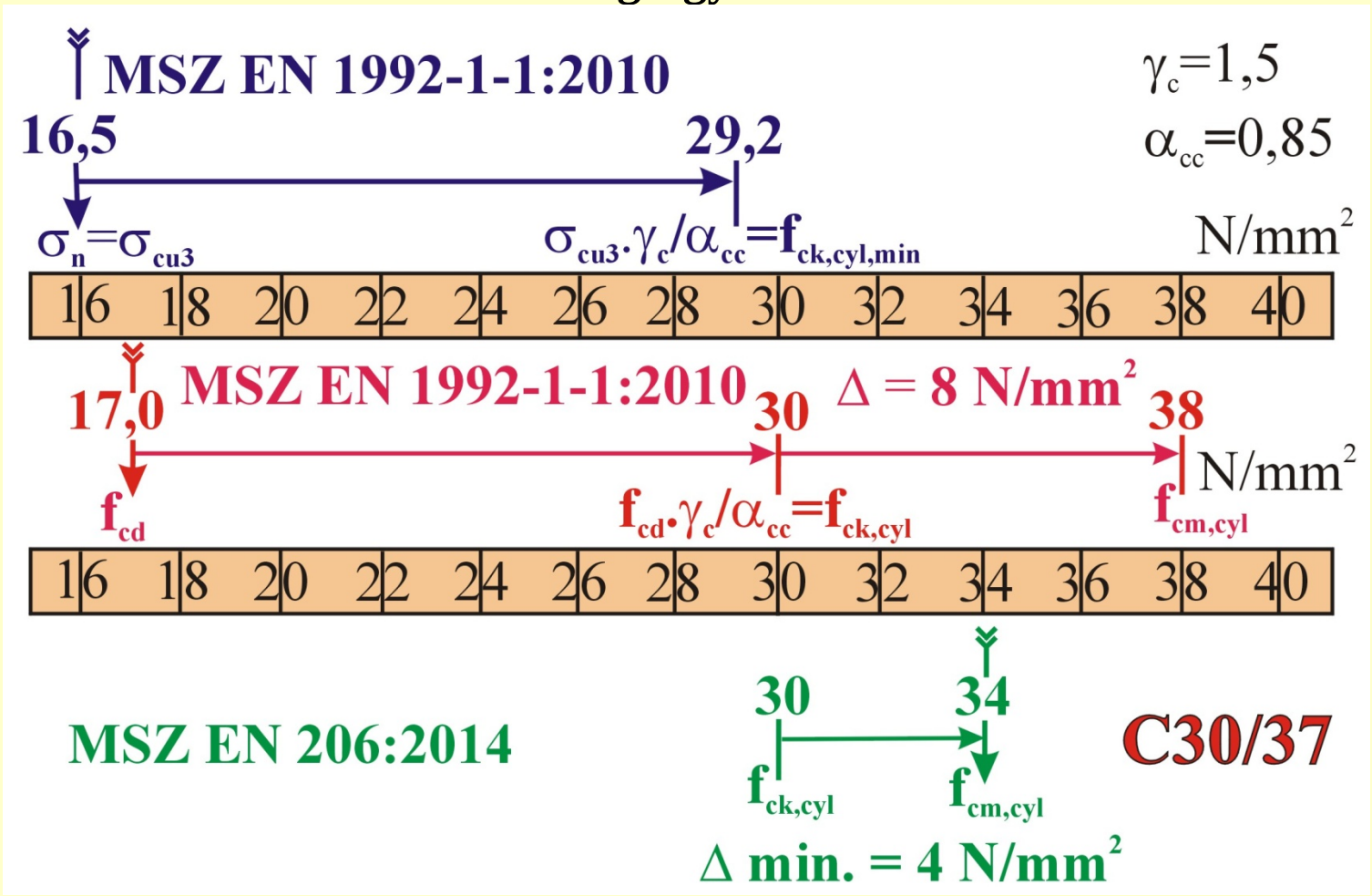
$$f_{cm,test} = f_{ck} + 4\ \mathrm{N/mm^2}$$

MSZ EN 1992-1-1:2010 Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése. 1-1. rész: Általános és épületekre vonatkozó szabályok

3.1. táblázat: A betonok szilárdsági és alakváltozási jellemzői

Betonszilárdsági osztályok															Analitikus összefüggés/magyarázat
f_{ck} [MPa]	12	16	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90	
$f_{ck,cube}$ [MPa]	15	20	25	30	37	45	50	55	60	67	75	85	95	105	
f_{cm} [MPa]	20	24	28	33	38	43	48	53	58	63	68	78	88	98	$f_{cm}=f_{ck}+8$ [MPa]
f_{ctm} [MPa]	1,6	1,9	2,2	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	$f_{ctm}=0{,}30f_{ck}^{(2/3)} \le$ C50/60 $f_{ctm}=2{,}12\times\ln[1+(f_{cm}/10)]$ >C50/60
$f_{ctk,0,05}$ [MPa]	1,1	1,3	1,5	1,8	2,0	2,2	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,2	3,4	3,5	$f_{ctk0,05}=0{,}7f_{ctm}$ 5%-os kvantilis
$f_{ctk,0,95}$ [MPa]	2,0	2,5	2,9	3,3	3,8	4,2	4,6	4,9	5,3	5,5	5,7	6,0	6,3	6,6	$f_{ctk0,95}=1{,}3f_{ctm}$ 95%-os kvantilis
E_{cm} [GPa]	27	29	30	31	33	34	35	36	37	38	39	41	42	44	$E_{cm}=22(f_{cm}/10)^{0,3}$ (f_{cm} MPa-ban)
ε_{c1} [‰]	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,25	2,3	2,4	2,45	2,5	2,6	2,7	2,8	2,8	lásd a 3.2. ábrát ε_{c1}[‰]$=0{,}7f_{cm}^{0,31} \le 2{,}8$
ε_{cu1} [‰]	3,5									3,2	3,0	2,8	2,8	2,8	lásd a 3.2. ábrát ha $f_{ck} \ge 50$ MPa: ε_{cu1}[‰]$=2{,}8+27[(98-f_{cm})/100]^4$
ε_{c2} [‰]	2,0									2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	lásd a 3.3. ábrát ha $f_{ck} \ge 50$ MPa: ε_{c2}[‰]$=2{,}0+0{,}085(f_{ck}-50)^{0,53}$
ε_{cu2} [‰]	3,5									3,1	2,9	2,7	2,6	2,6	lásd a 3.3. ábrát ha $f_{ck} \ge 50$ MPa: ε_{cu2}[‰]$=2{,}6+35[(90-f_{ck})/100]^4$
n	2,0									1,75	1,6	1,45	1,4	1,4	ha $f_{ck} \ge 50$ MPa: $n=1{,}4+23{,}4[(90-f_{ck})/100]^4$
ε_{c3} [‰]	1,75									1,8	1,9	2,0	2,2	2,3	lásd a 3.4. ábrát ha $f_{ck} \ge 50$ MPa: ε_{c3}[‰]$=1{,}75+0{,}55[(f_{ck}-50)/40]$
ε_{cu3} [‰]	3,5									3,1	2,9	2,7	2,6	2,6	lásd a 3.4. ábrát ha $f_{ck} \ge 50$ MPa: ε_{cu3}[‰]$=2{,}6+35[(90-f_{ck})/100]^4$

A beton nyomószilárdsága tervezési, jellemző és átlag értékének összevetése a tartós szilárdság figyelembevételével



γ_c a beton σ_{cu} nyomófeszültségének biztonsági (parciális) tényezője

α_{cc} a beton σ_{cu} nyomófeszültségének a tartós szilárdság figyelembevételére szolgáló osztója, 100 év tervezési élettartamú szerkezetek esetén α_{cc} = 0,85

Kísérlettel segített (statikai) tervezés során – amikor a szórás számítható – a jellemző (karakterisztikus) érték számításának módszere az MSZ EN 1990:2011 szabványban (D7. szakasz)

MAGYAR SZABVÁNY MSZ EN 1990

Eurocode: A tartószerkezetek tervezésének alapjai

– Általában az „ismeretlen V_X" sort kell alkalmazni abban az esetben, ha a V_X előzetes adatok alapján még nem ismert, és azt a mintából kell meghatározni a következők szerint:

$$s_x^2 = \frac{1}{n-1}\sum (x_i - m_x)^2$$

$$V_x = s_x / m_x$$

Az anyagtulajdonságok jellemző értékét az MSZ EN 1990:2011 Eurocode) D7. mellékletének ajánlott módszere szerint például az 5 %-os alulmaradási hányaddal kell kiszámítani: $X_k = X_m \times (1 - k_n \times V) = X_m - k_n \times s$, ahol X_m az átlagérték, k_n az alulmaradási tényező, $V = s/X_m$ a variációs tényező (variációs együttható, vagy relatív szórás), s a korrigált tapasztalati szórás.

(3) A γ_m parciális tényezőt általában a kísérleti eredmények alkalmazási területének figyelembevételével kell megválasztani.

A k_n értékek lényegében a *Student*-tényezők:

D1. táblázat: A k_n értékei az 5%-os karakterisztikus érték meghatározásához

n	1	2	3	4	5	6	8	10	20	30	∞
Ismert V_X	2,31	2,01	1,89	1,83	1,80	1,77	1,74	1,72	1,68	1,67	1,64
Ismeretlen V_X	–	–	3,37	2,63	2,33	2,18	2,00	1,92	1,76	1,73	1,64

1. MEGJEGYZÉS: Ez a táblázat normális eloszlás feltételezésével készült.

A gyártó a folyamatos gyártás eredményét az MSZ EN 206:2014 szabvány szerint az

$f_{ck,cube,test} = f_{cm,cube,test} - \lambda \times \sigma_{n,cube}$ **formulával értékeli,**

ahol az alulmaradási tényező: $\lambda = \lambda_{15,\ Taerwe} =$ **1,48.**

Ez az „alulmaradási formula” feltételezi, hogy

1. **a nem megfelelő friss betont nem építjük be, vagy utólag megerősítjük;**
2. **ha a gyártó „kritikusan jó” betont készít, akkor azt a feltételrendszer 0,7 körüli valószínűséggel megfelelőnek minősíti.**

E feltételezéssel szembeni észrevétel:

1. **a friss beton sorsát nem lehet nyomon követni, és a későbbiekben nem lehet megerősíteni;**
2. **szerkezeteink biztonsága szempontjából több mint méltányolható lenne az olyan módszer alkalmazása, amelyben az átadó és az átvevő kockázata nem 30-70 %, hanem 50-50 %.**

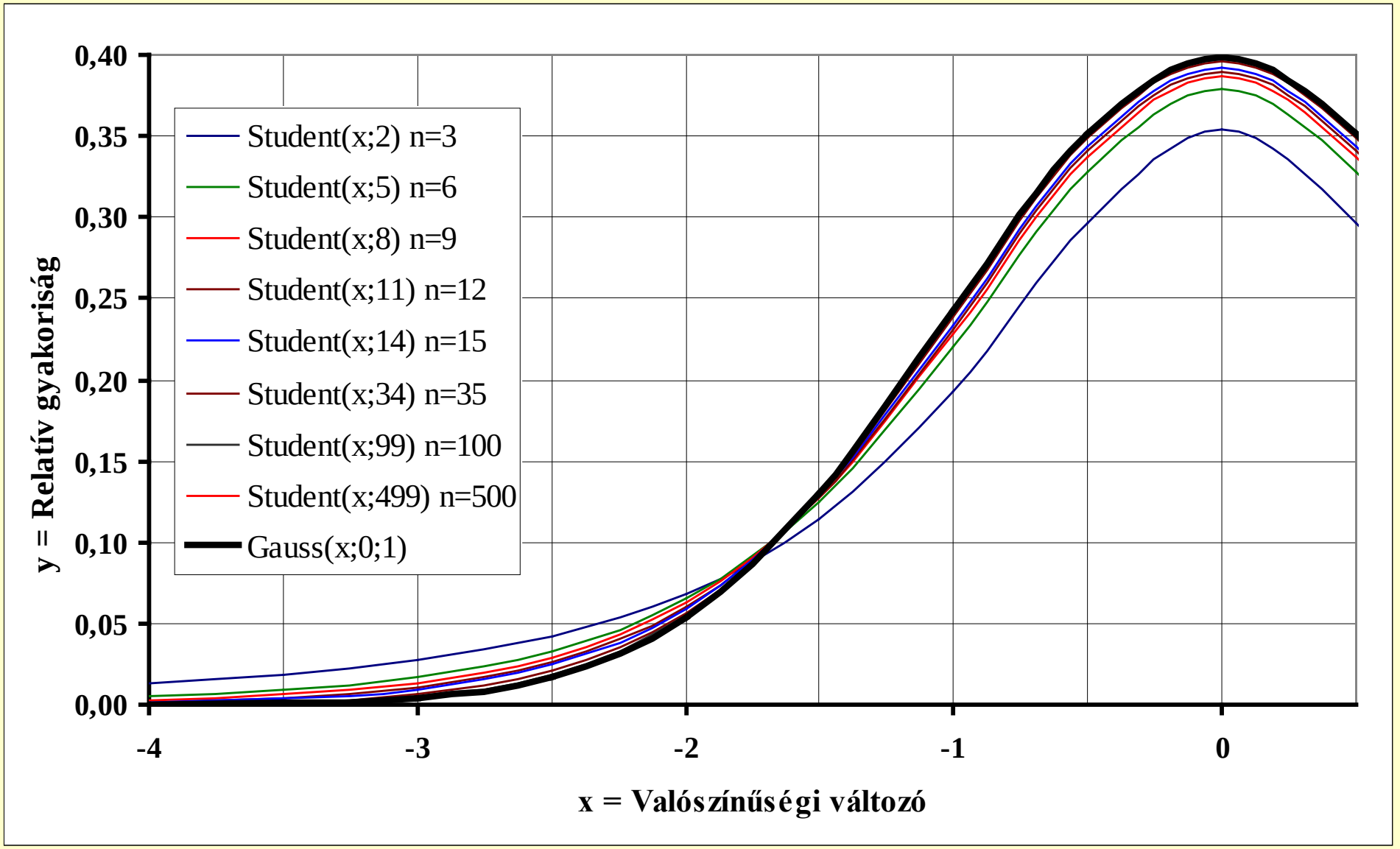
Ezért véleményünk szerint a nyomószilárdság vizsgálati eredmények értékelése során, ha összhangban kívánunk maradni az MSZ EN 1992-1-1:2010 (Eurocode 2) szabvánnyal, akkor a folyamatos gyártás során a *Student*-tényezővel kell a jellemző (karakterisztikus) értéket kiszámítan:

$$f_{ck,cube,test} = f_{cm,cube,test} - \lambda_{n,Student} \times s_{n,cube,test}$$

Ha feltételezzük, hogy a vizsgálati eredmények egy általunk nem ismert μ várható értékű és σ szórású *Gauss*-féle normális eloszlást követnek, akkor az eloszlás 5%-os kvantilise az $f_{ck,test} = \mu - 1{,}645 \times \sigma$ formulával számolható.

Ha méréseink korlátozott száma miatt nem ismerjük az eloszlás szórását, akkor a valószínűségi változó ún. n - 1 szabadságfokú *Student*-féle *t*-eloszlást követi, és az 5%-os kvantilis értéke az *n* mintaszám függvényében a *t*-eloszlás táblázatból vett értékének segítségével becsülhető.

Ha a minták *n* száma növekszik, akkor a *Student*-féle t-eloszlás a *Gauss*-féle normális eloszláshoz, az $f_{cm,test}$ tapasztalati átlag a μ elméleti várható értékhez, az *s* tapasztalati szórás a σ elméleti szóráshoz tart.

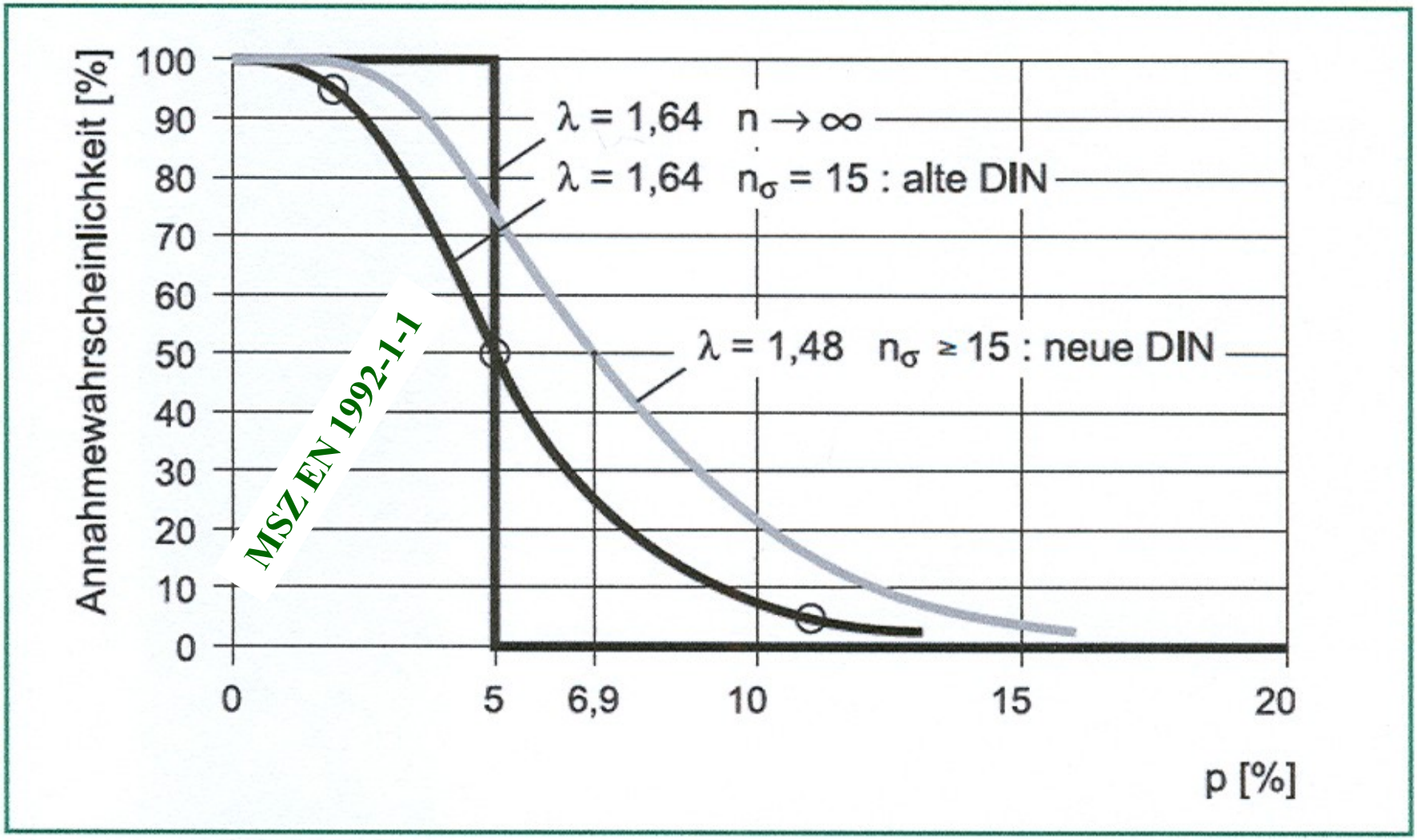

0,40
0,35
0,30
0,25
0,20
0,15
0,10
0,05
0,00
y = Relatív gyakoriság
-4
-3
-2
-1
0
x = Valószínűségi változó
Student(x;2) n=3
Student(x;5) n=6
Student(x;8) n=9
Student(x;11) n=12
Student(x;14) n=15
Student(x;34) n=35
Student(x;99) n=100
Student(x;499) n=500
Gauss(x;0;1)

Alulmaradási tényezők

Mintaszám n	Szabadságfok a *Student*-féle eloszlás esetén $n - 1$	*Student*-tényező t_n	*Taerwe*-tényező λ_n
	(*Stange – Henning*, 1966)		(*Taerwe*, 1986)
2	1	6,314	
3	2	2,920	2,67
4	3	2,353	2,20
5	4	2,132	1,99
6	5	2,015	1,87
7	6	1,943	1,77
8	7	1,895	1,72
9	8	1,860	1,67
10	9	1,833	1,62
11	10	1,812	1,58
12	11	1,796	1,55
13	12	1,782	1,52
14	13	1,771	1,50
15	14	1,761	*1,48*
20	19	1,729	
30	29	1,699	
∞	∞	*1,645*	

Mind a *Student*-eloszlás alulmaradási tényezője, mind a *Taerwe*-féle $\lambda_{n=15}$ = 1,48-os érték matematikai statisztikailag korrekt, de — és ez a különbség igazi oka — teljességgel eltérő körülmények között.

Az MSZ EN 206:2014 szabványnak (és elődjének) az a komoly hiányossága, hogy a szabványba csak megfelelőségi feltétel került be, a folyamatos nyomon követés és utólagos javítás kötelezettsége nélkül, ami annyiban érthető, hogy végrehajthatatlan lenne.



***Schäper, M.*: Betonkonformität und Betonidentität. VDB Information. 91/2004**

Hosser, D. – Gensel, D.: **Kritische Bewertung der Statistik beim Konformitätsnachweis der Betondrickfestikkeit nach prEN 206. TU Braunschweig, IBMB (Inst. F. Baustoffe, Massivbau und Brandschutz) Im Auftrag des Deutschen Beton-Verein E.V. Braunschweig, 1995.**

OC-görbe (Operating characteristic curve)

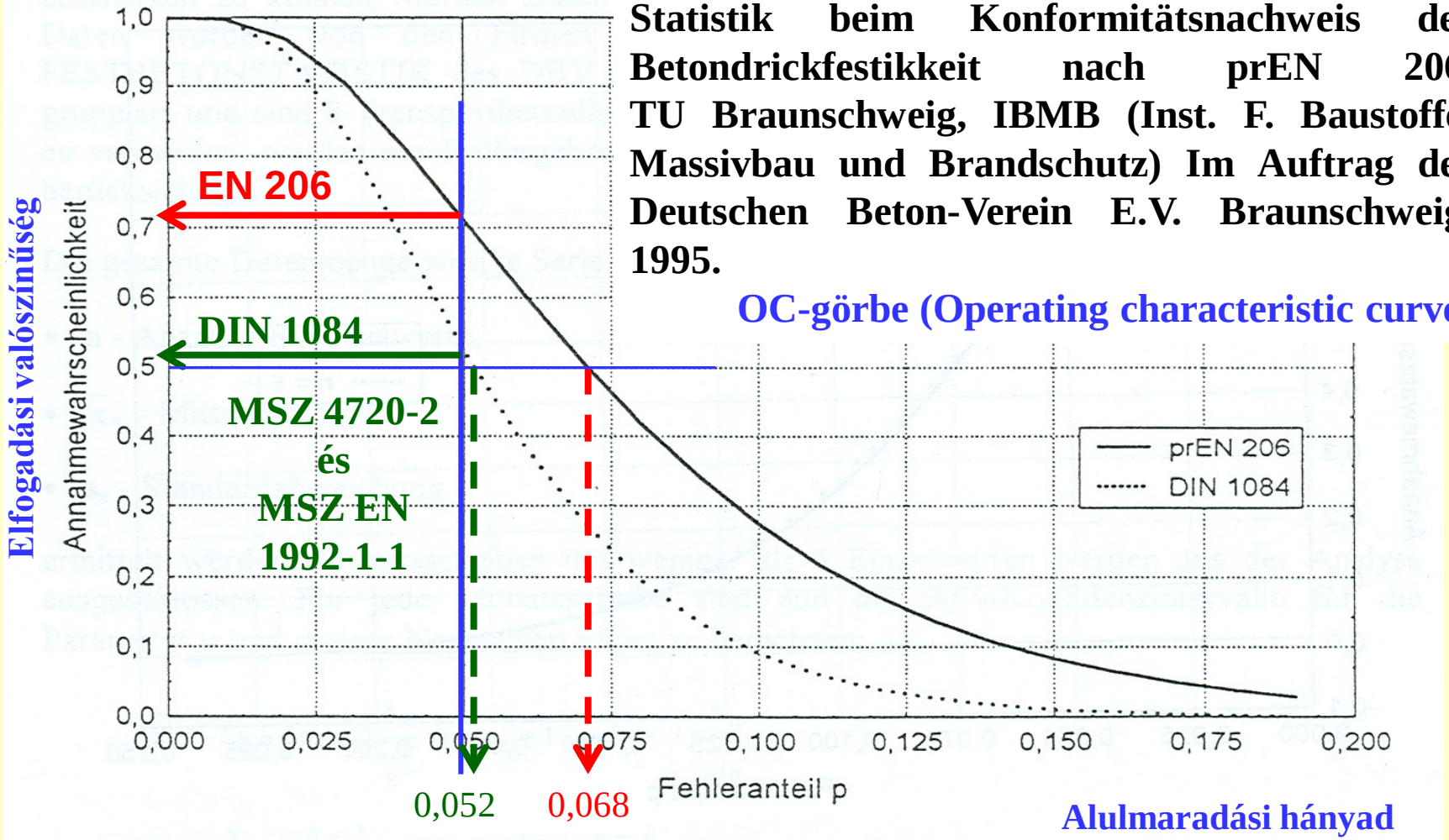


Bild 1: Annahmekennlinien zum Konformitätsnachweis nach prEN 206 und DIN 1084

Elfogadási jelleggörbe (OC-görbe) a megfelelőség igazolásához az EN 206, a DIN 1084 és az MSZ EN 1992-1-1 szabvány szerint

4 ZUSAMMENFASSUNG

Der Konformitätsprüfung der Druckfestigkeit von Betonen aus fortlaufender Produktion im Betonwerk nach prEN 206 unterliegt ein deutlich herstellerorientierter Prüfplan. Sie hinterläßt in Lieferlosen für Baustellen mit einer Wahrscheinlichkeit von ca. 20% Minderfestigkeiten von mehr als 5% (5%-Durchschlupfrate). Dagegen zeigt sich der statistische Nachweis der Betondruckfestikeit nach DIN 1084 Teil 3 im Betonwerk als neutraler Prüfplan ($W_{Ann}(0,05) = 0,5$), dessen 5%-Durchschlupfrate nur 10% beträgt.

A beton nyomószilárdságának megfelelőség vizsgálatát a folyamatos gyártás során az EN 206 szabvány szerint jelentős mértékben gyártóbarát vizsgálati terv szerint kell végezni (gyártóbarát vizsgálati tervnek van alávetve). Ennek eredményeképpen az 5%-osnál nagyobb nyomószilárdsági alulmaradási hányaddal rendelkező minták megjelenésének valószínűsége az építéshelyi szállítmányban mintegy 20%, szemben a DIN 1084-3 szabvány szerinti semleges vizsgálati terv ($W_{Ann}(0,05) = 0,5$) szerinti 10%-kal.

Lásd a következő diát

Forrás: *Hosser, Dietmar – Gensel, Berndt*: Kritische Bewertung der Statistik beim Konformitätsnachweis der Betondruckfestoigkeit nach prEN 206. Schlußbericht. Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz (IBMB) TU Braunschweig. Dezember 1995.

Mi a $W_{Ann}(0,05) = 0,5$ szerinti vizsgálati terv?

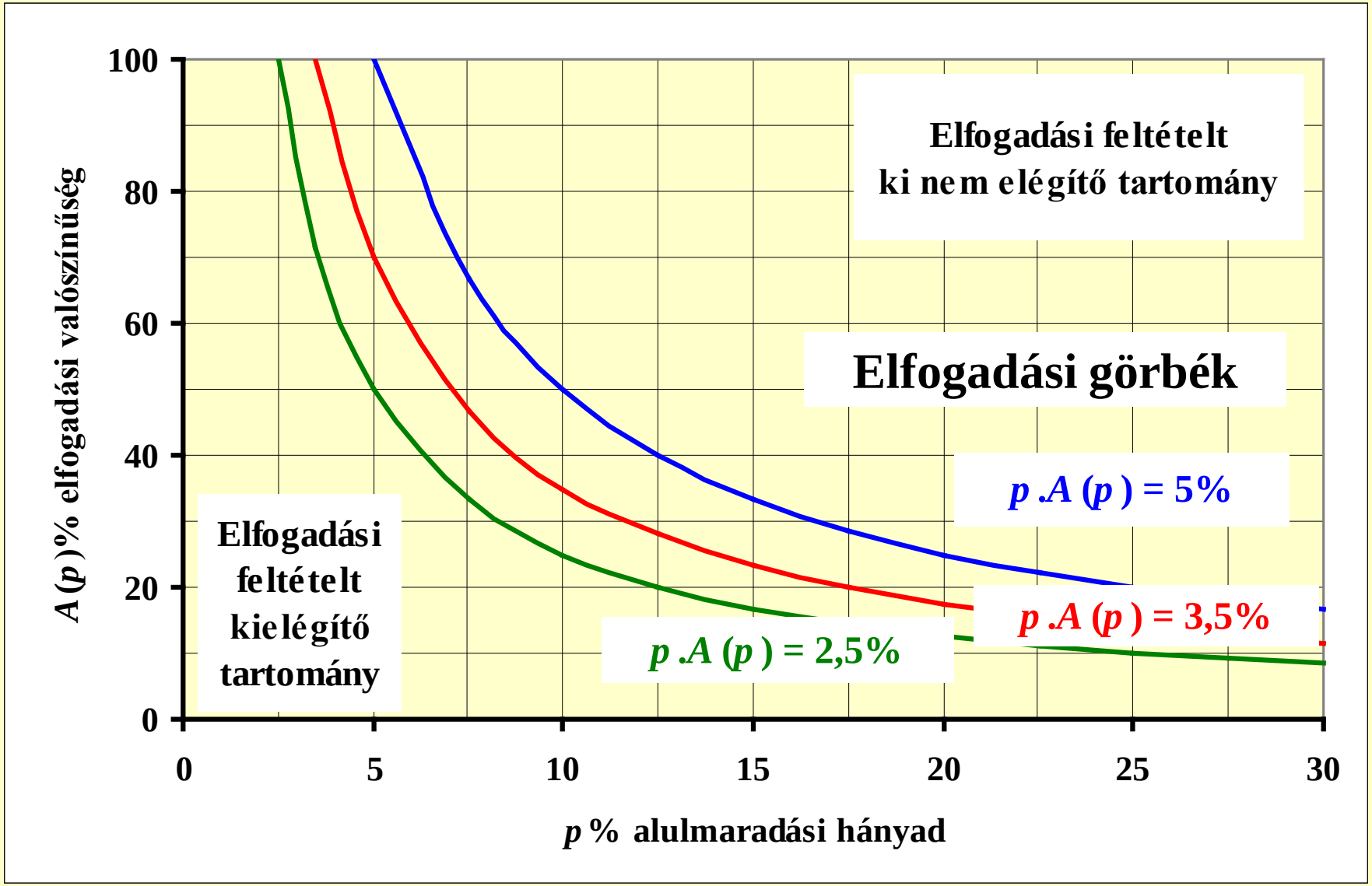
Ha bevezetjük az adott a *p* alulmaradási hányadú beton elfogadási valószínűségét, A(*p*)-t, — amely azt mondja meg, hogy a *p* alulmaradási hányadú betont milyen valószínűséggel fogjuk elfogadni, — akkor a minőségbiztosítási rendszer *p* = 0,05 alulmaradási hányad esetén a következő elfogadási feltétellel jellemezhető:

$$p \times A(p) \leq 0,05 \times A(p)$$

Ha az *elfogadási valószínűség* 50%,
akkor azt így jelöljük: *A(p) = 0,5*,
Németországban pedig így jelölik: $W_{Ann}(0,05) = 0,5$

A beton gyártója számára olyan minőségbiztosítási rendszer lenne a legkedvezőbb, amelyben ha a gyártó éppen „kritikusan jó” betont gyárt (azaz $p = 5\%$), akkor a beton 100% valószínűséggel ($A(p) = 1{,}0$) kerülne elfogadásra.

Az ilyen minőségbiztosítási rendszer $p = 0{,}05$ jellemző érték esetén a $p \times A(p) \leq 0{,}05 \times 1{,}0 \rightarrow 5\%$ feltételt teljesíti.



A(p) **a** ***p*** **jellemző értékű beton elfogadási valószínűsége. A** ***p*****×A(*****p*****) elfogadási feltétel értéke:**

Taerwe**-féle eloszlás esetén:** $p \times A(p) \leq 0{,}05 \times 0{,}7 = 0{,}035 \rightarrow 3{,}5\%$ **(MSZ EN 206:2014)**

Student**-féle eloszlás esetén:** $p \times A(p) \leq 0{,}05 \times 0{,}5 = 0{,}025 \rightarrow 2{,}5\%$ **(MSZ EN 1992-1-1:2010)**

Annex J
(informative)

Deviation to accommodate a notified Spanish Regulation

(1) In the mandatory Spanish Regulation (Instrucción de Hormigón Estructural (in English: Structural Concrete Code), approved 18 July 2008 by Royal Decree 1247/2008), there is the requirement for the consumer risk to be not greater than 50 % where the population in the assessment period has exactly 5 % of all possible results below the characteristic strength. Alteration of this national regulation is outside of the competence of CEN/CENELEC members. For the application of EN 206 in Spain, the national regulation remains valid and Spain is free to use higher coefficients in formulation presented in section 8.2.1.3.2 (method B).

J függelék
(tájékoztatás)

Eltérés egy közzétett spanyol rendelet alkalmazásához

(1) Az „Instrucción de Hormigón Estructural” (Szabályok betonok méretezésére beton tartószerkezetekben) rendelkező spanyol előírás, amelyet 2008. július 18-án a 1247/2008. számú Királyi Rendelettel hagytak jóvá, tartalmazza azt a követelményt, hogy az átvevő kockázata legfeljebb 50%-os lehet, ha az értékelési időszak alatt az összes lehetséges eredmény alapsokaságának 5%-a a jellemző szilárdsági érték alatt van. Ennek a nemzeti szabályozásnak a megváltoztatása nem tartozik a CEN/CENELEC tagok hatáskörébe. Az EN 206 spanyolországi alkalmazása vonatkozásában továbbra is érvényes ez a nemzeti előírás, és ott magasabb együtthatók használata engedélyezett a 8.2.1.3.2. szakasz (B módszer) szerinti számításokban.

Kezdeti gyártást megelőző időszakban **a típusvizsgálat során 50 %-os elfogadási valószínűség mellett a végig víz alatt tárolt 150 mm élhosszúságú kockák, illetve ilyenek alkotta minták átlagos nyomószilárdsága, azaz $f_{cm,cube,test}$ átlag érték elégítse ki a következő feltételt,**

ha a nyomószilárdsági osztály ≤ C50/60:

$$f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 7 \qquad \text{N/mm}^2$$

és ha a nyomószilárdsági osztály ≥ C55/67 (nagyszilárdságú beton), akkor a következő feltételt:

$$f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 9 \qquad \text{N/mm}^2$$

ha pedig a próbakockákat vegyesen tárolták, akkor a következő feltételt:

ha a nyomószilárdsági osztály ≤ C50/60, akkor:

$$f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}92 + 7{,}5 \qquad \text{N/mm}^2$$

és ha a nyomószilárdsági osztály ≥ C55/67 (nagyszilárdságú beton), akkor a következő feltételt:

$$f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}95 + 9{,}5 \qquad \text{N/mm}^2$$

Kezdeti gyártás 50 %-os elfogadási valószínűség mellett

Az MSZ 4798:2016 szabvány szerint, ha a kezdeti gyártás során a nyomószilárdságot végig víz alatt tárolt 150 mm élhosszúságú próbakockák, illetve ilyenek alkotta minták alkalmazásával határozzák meg, akkor az $f_{cm,cube,test}$ átlag értéknek ki kell elégítenie a következő feltételt, ha a nyomószilárdsági osztály ≤ C50/60:

$$f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 7{,}0 \qquad \text{N/mm}^2$$

és ha a nyomószilárdsági osztály ≥ C55/67 (nagyszilárdságú beton), akkor a következő feltételt:

$$f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 9{,}0 \qquad \text{N/mm}^2$$

Ha a nyomószilárdságot vegyesen tárolt 150 mm élhosszúságú próbakockák, illetve ilyenek alkotta minták alkalmazásával határozzák meg, akkor az $f_{cm,cube,test,H}$ átlag értéknek ki kell elégítenie a következő feltételt, ha a nyomószilárdsági osztály ≤ C50/60:

$$f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}92 + 7{,}5 \qquad \text{N/mm}^2$$

és ha a nyomószilárdsági osztály ≥ C55/67 (nagyszilárdságú beton), akkor a következő feltételt:

$$f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}95 + 9{,}5 \qquad \text{N/mm}^2$$

A kezdeti gyártás $n = 35$ vizsgálati eredményéből meg kell határozni a $\sigma_{35,cube,test}$, illetve $\sigma_{35,cube,test,H}$ szórást.

Folyamatos gyártás 50 %-os elfogadási valószínűség mellett

Az MSZ 4798:2016 szabvány szerint, ha folyamatos gyártás során a nyomószilárdságot legalább $n = 15$ darab végig víz alatt tárolt 150 mm élhosszúságú próbakocka, illetve ilyenek alkotta minta alkalmazásával határozzák meg, akkor az $f_{cm,cube,test}$ átlag érték elégítse ki a következő feltételt:

$$f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + t_n \times \sigma_{35,cube,test} \qquad N/mm^2$$

Ha a folyamatos gyártás során a nyomószilárdságot legalább 15 darab vegyesen tárolt 150 mm élhosszúságú próbakocka, illetve ilyenek alkotta minta alkalmazásával határozzák meg, akkor az $f_{cm,cube,test,H}$ átlag érték elégítse ki a következő feltételt, ha a nyomószilárdsági osztály $\leq$ C50/60:

$$f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}92 + t_n \times \sigma_{35,cube,test,H} \qquad N/mm^2$$

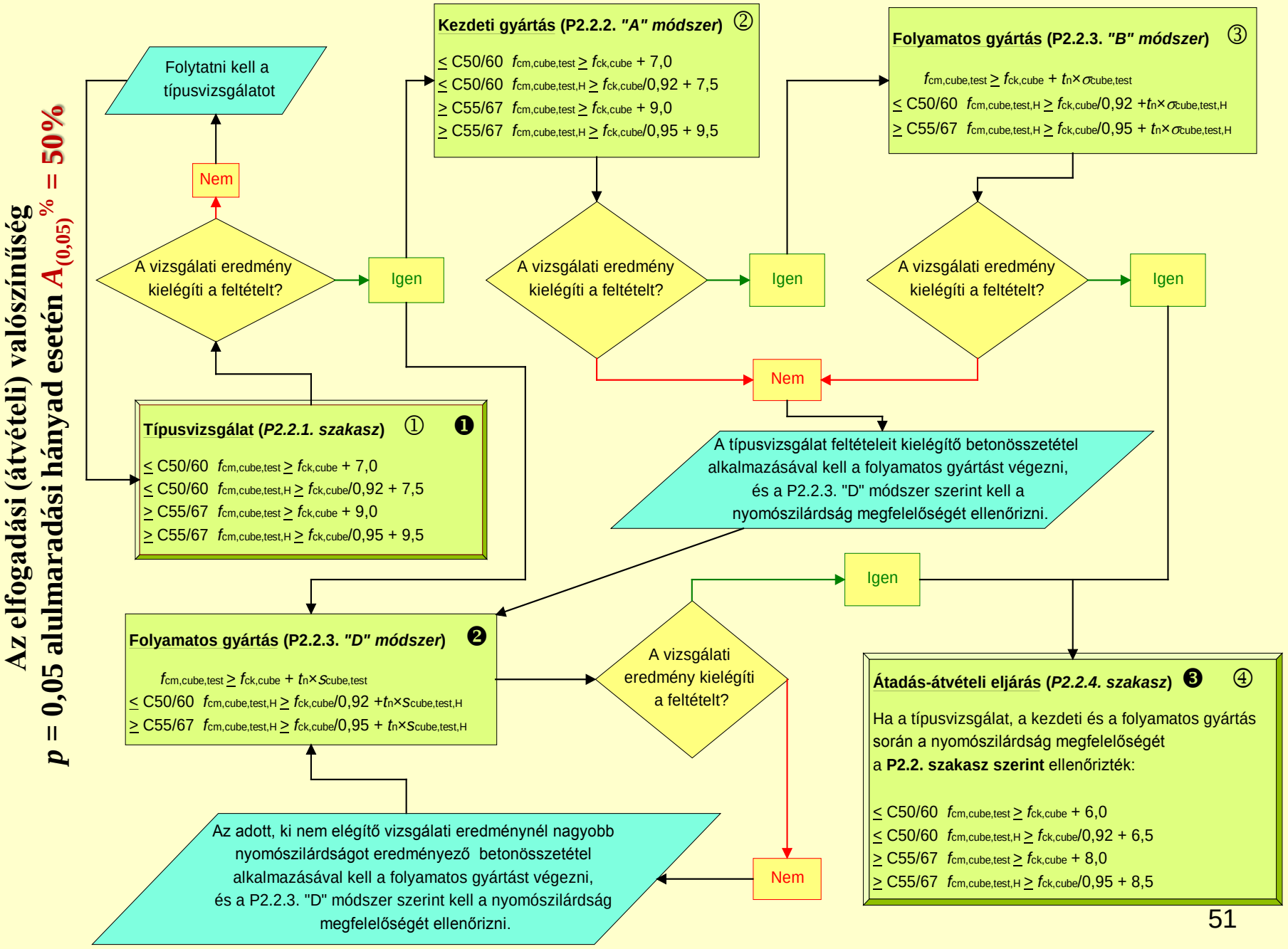
és ha a nyomószilárdsági osztály $\geq$ C55/67 (nagyszilárdságú beton), akkor a következő feltételt:

$$f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}95 + t_n \times \sigma_{35,cube,test,H} \qquad N/mm^2$$

Ha a $\sigma_{35,cube,test}$, illetve $\sigma_{35,cube,test,H}$ szórás a kezdeti gyártásból nem ismert, akkor ezek helyett a minta $s_{cube,test}$, illetve $s_{cube,test,H}$ saját szórásával kell számolni (ún. „D” módszer).

Nyomószilárdság értékelési rendje az MSZ 4798:2016 szabvány szerint, ha az elfogadási valószínűség p = 0,05 alulmaradási hányad esetén $A_{(0,05)}{}^{\%}$ = 50%

Nyomószilárdság szerinti megfelelőség értékelése			
a **kezdeti gyártást megelőző** időszakban végzett **típusvizsgálat** eredménye alapján	a **kezdeti gyártás** időszakában végzett **gyártásközi ellenőrzés** eredménye alapján Megfelelőségi feltétel a kezdeti gyártás során	a **folyamatos gyártás** időszakában végzett **gyártásközi ellenőrzés** eredménye alapján Megfelelőségi feltétel a folyamatos gyártás során	az **átadás-átvételi** eljárás során **a gyártási időszaktól függetlenül**
A 150 mm élhosszúságú, 28 napos korú próbakockák, illetve ilyenek alkotta minták átlagos nyomószilárdságának ($f_{cm,cube,test}$, $f_{cm,cube,test,H}$) megfelelősége, N/mm²			
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 7,0$ ≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 7,5$ ≥ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 9,0$ ≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 9,5$	≤ C50/60 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 7,0$ ≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 7,5$ ≥ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 9,0$ ≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 9,5$	≤ C50/60 és ≥ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + t_n \times \sigma_{cube,test}$ ≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + t_n \times \sigma_{cube,test,H}$ ≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + t_n \times \sigma_{cube,test,H}$ ahol t_n a *Student*-tényező és $\sigma_{cube,test} \rightarrow s_{cube,test}$ stb.	≤ C50/60 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 6,0$ ≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 6,5$ ≥ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 8,0$ ≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 8,5$


Az elfogadási (átvételi) valószínűség
p = 0,05 alulmaradási hányad esetén $A_{(0,05)}^{\%} = 50\%$
Folytatni kell a típusvizsgálatot
Nem
A vizsgálati eredmény kielégíti a feltételt?
Igen
Típusvizsgálat (P2.2.1. szakasz) ① ❶
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 7,0$
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 7,5$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 9,0$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 9,5$
Kezdeti gyártás (P2.2.2. "A" módszer) ②
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 7,0$
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 7,5$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 9,0$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 9,5$
Folyamatos gyártás (P2.2.3. "B" módszer) ③
$f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + t_n \times \sigma_{cube,test}$
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + t_n \times \sigma_{cube,test,H}$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + t_n \times \sigma_{cube,test,H}$
A típusvizsgálat feltételeit kielégítő betonösszetétel alkalmazásával kell a folyamatos gyártást végezni, és a P2.2.3. "D" módszer szerint kell a nyomószilárdság megfelelőségét ellenőrizni.
Folyamatos gyártás (P2.2.3. "D" módszer) ❷
$f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + t_n \times s_{cube,test}$
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + t_n \times s_{cube,test,H}$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + t_n \times s_{cube,test,H}$
A vizsgálati eredmény kielégíti a feltételt?
Az adott, ki nem elégítő vizsgálati eredménynél nagyobb nyomószilárdságot eredményező betonösszetétel alkalmazásával kell a folyamatos gyártást végezni, és a P2.2.3. "D" módszer szerint kell a nyomószilárdság megfelelőségét ellenőrizni.
Átadás-átvételi eljárás (P2.2.4. szakasz) ❸ ④
Ha a típusvizsgálat, a kezdeti és a folyamatos gyártás során a nyomószilárdság megfelelőségét a P2.2. szakasz szerint ellenőrizték:
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 6,0$
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 6,5$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 8,0$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 8,5$

Kausay

Példák a beton jelére 50 %-os elfogadási valószínűség esetén

Annak a C40/50 nyomószilárdsági osztályú (szokványos) betonnak a jele, amelyből esőtől védett helyen álló feszített vasbeton gerenda készül (környezeti osztály: XC3), névleges legnagyobb szemnagysága D_{max} = 24 mm, konzisztenciája képlékeny és terülési mértéke 420–480 mm közé esik, konzisztencia osztálya F3, megengedett kloridtartalma a cement tömegszázalékában kifejezve 0,10 tömegszázalék, CEM I 52,5 szilárdsági osztályú portlandcementtel készül, tervezési élettartama 100 év, a következő:

C40/50 – AC_{50} – XC3 – 24 – F3 – Cl 0,10 – CEM I 52,5 – 100 év – MSZ 4798

AC → Acceptante characteristic curve = elfogadási jelleggörbe

Annak a C35/45 nyomószilárdsági osztályú (szokványos) betonnak a jele, amelynek nyomószilárdsági osztályát úgy írták ki, hogy 5%–os alulmaradási hányad mellett a beton elfogadási (átadási) valószínűsége 50%, és amelyből ipari szennyvíz ülepítő medence készül (környezeti osztálya XC4, XD2, XA5(H) és XV2(H)), névleges legnagyobb szemnagysága D_{max} = 32 mm, konzisztenciája erősen képlékeny és terülési mértéke 490–550 mm közé esik, konzisztencia osztálya F4, CEM I 42,5 N–SR 0 fajtájú szulfátálló portlandcementtel és metakaolin kiegészítőanyaggal készül, tervezési élettartama 100 év, a következő:

C35/45 – AC_{50} – XC4 – XD2 – XA5(H) – XV2(H) – 32 – F4 – CEM I 42,5 N –SR 0 – Metakaolin – 100 év – MSZ 4798

A tapasztalati szórás ($\sigma_{cube,test}$; $s_{cube,test,H}$) számításba vehető legkisebb értéke — az elfogadási valószínűségtől függetlenül — a folyamatos gyártás során,

végig víz alatt tárolt próbakockák esetén:

ha a nyomószilárdsági osztály ≤ C50/60, akkor:

$s_{test,min} \sim \sigma_{test} = 3{,}0$ N/mm^2

ha a nyomószilárdsági osztály ≥ C55/67 (nagyszilárdságú beton), akkor

$s_{test,min} \sim \sigma_{test} = 5{,}0$ N/mm^2

vegyesen tárolt próbakockák esetén:

ha a nyomószilárdsági osztály ≤ C50/60, akkor:

$s_{test,min} \sim \sigma_{test} = 3{,}3$ N/mm^2

ha a nyomószilárdsági osztály ≥ C55/67 (nagyszilárdságú beton), akkor

$s_{test,min} \sim \sigma_{test} = 5{,}3$ N/mm^2

Megjegyzés: Az MSZ 4798:2016 szabványban a tárolási módtól függetlenül a Ø150×300 mm méretű próbahengereken és a 150 mm élhosszúságú próbakockákon, illetve ilyenek alkotta mintákon mért nyomószilárdságok számításba vehető legkisebb szórása ($s_{cyl,test,min}$, illetve $s_{cube,test,min}$) között nem teszünk különbséget.

A tapasztalati szórást ($\sigma_{cube,test}$, $s_{cube,test,H}$) a nyomószilárdság vizsgálati eredmények értékeléséhez előírás szerűen a folyamatos gyártás során használjuk.

A folyamatos gyártás során az alulmaradási tágasság a tapasztalati szórásnak is függvénye ($\lambda_n \times \sigma_{cube,test}$, $\lambda_n \times s_{cube,test,H}$, $t_n \times \sigma_{cube,test}$, $t_n \times s_{cube,test,H}$).

A tapasztalati szórásnak nem csak számításba vehető legkisebb értéke, hanem korlátozó szerepe, büntető jellege is van.

Mennél nagyobb a szórás, annál nagyobb az alulmaradási tágasság és annál kisebb a nyomószilárdság jellemző (karakterisztikus) értéke. Ezért a beton gyártásában és alkalmazásában résztvevőknek érdeke kell legyen a szórások alacsony szinten tartása, és törekedniük kell a nyomószilárdság vizsgálati eredmények ismétlési feltételeinek betartására.

Az ismétlési feltétel az a megengedett szórás, illetve hozzá tartozó megengedett terjedelem, amelynél egy laboráns (egyazon személy) által – ugyanabból a betonkeverékből vett mintákon (jelen esetben két mintán), ugyanazzal az eszközzel, rövid időn belül – végzett együtt értékelhető vizsgálati eredmények szórásának, illetve terjedelmének legfeljebb 5 százalékos gyakorisággal szabad nagyobbnak lennie (lásd a visszavont *MSZ 4798-1:2004 szabvány N4. „A mérési eredmények precizitása”* című mellékletét).

Az MSZ EN 206:2014 szabvány 8.2.1.2 szakasz (4) bekezdése szerint, ha a nyomószilárdság vizsgálati eredmények terjedelme nagyobb, mint az átlag 15%-a (EN 206:2013 → „the range of the test values is more than 15 % of the mean”; Vorschlag ÖNORM B 4710-1:2014 → „die Spannweite der Prüfwerte mehr als 15 % des Mittelwertes beträgt”), akkor azokat értékelni nem szabad, hacsak vizsgálat nem deríti ki az egyik egyedi vizsgálati érték elvetését igazoló elfogadható okot.

Ez egy nagyon szigorú előírás! Nincs itt félreértés? Helyes-e az előírást a terjedelemre érteni, nem az eltérésről van szó?

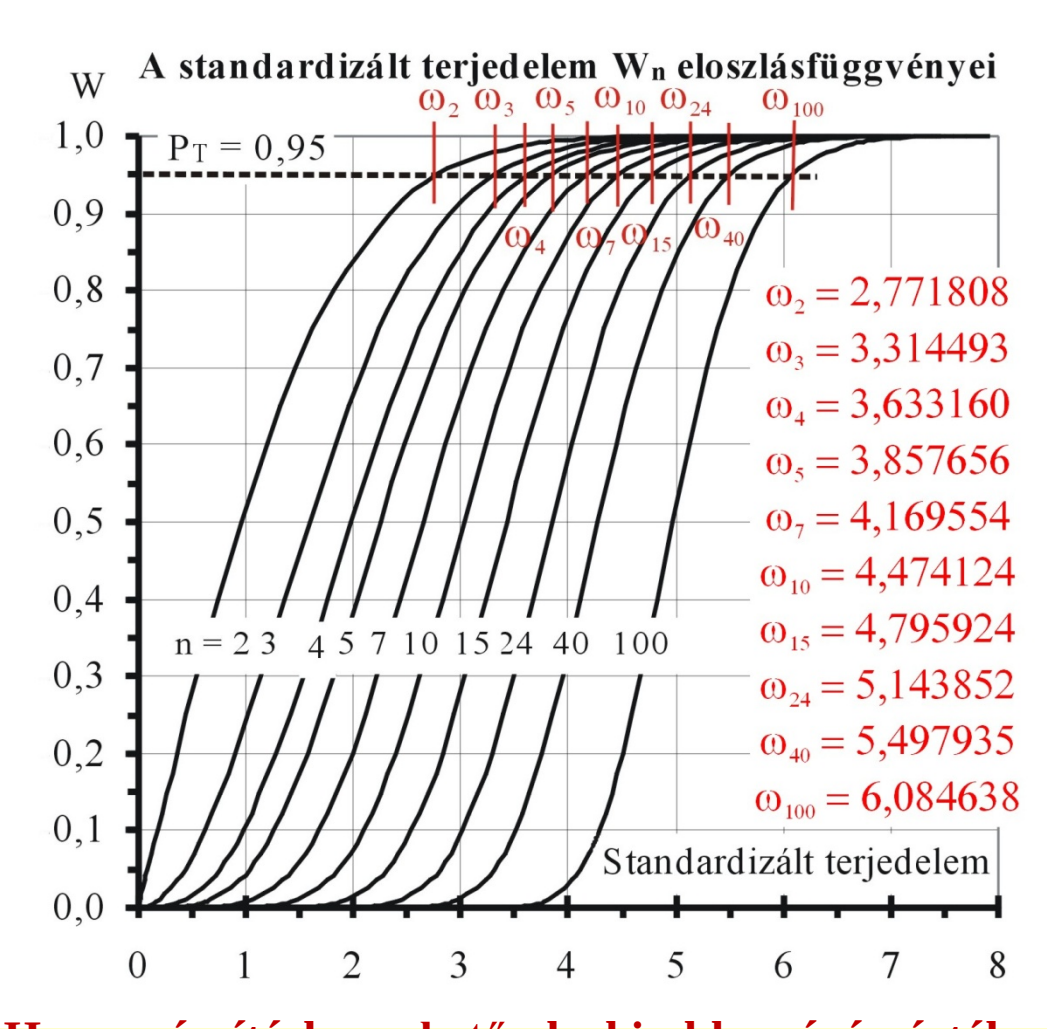
FOGALOM:

Die Spannweite (englisch *range*) ist das einfachste Streuungsmaß (szórásjellemző) in der Statistik, und berechnet sich als Distanz zwischen dem größten und dem kleinsten Messwert:

$$R = x_{max} - x_{min}$$

Nincs félreértés, a terjedelemről van szó!

Miért mondjuk, hogy nagyon szigorú előírás, ha a nyomószilárdság vizsgálati eredmények terjedelme nem lehet nagyobb, mint az átlag 15%-a?



Kimutatták, hogy a *T* terjedelem és az *s* szórás hányadosaként képzett $\omega = T/s$ standardizált (elméleti) terjedelem várható értéke és szórása csupán a mérések *n* számától függő érték. Így például $n = 2$ esetén $P_T = 0{,}95$ a valószínűsége annak, hogy a tapasztalati terjedelem a $T_2 = \omega_2 \times s = 2{,}77 \times s$ elméleti, megengedett értéknél kisebb értéket vesz fel. Ugyanennyi a valószínűsége annak, hogy $n = 3$ esetén a tapasztalati terjedelem kisebb, mint $T_3 = \omega_3 \times s = 3{,}31 \times s$ (MSZ 4798-1:2004).

Ha a számításba vehető legkisebb szórás értéke például $s_{min} = 3$ N/mm², akkor ehhez például $n = 3$ minta estén $T_3 = 9{,}93$ N/mm² terjedelem tartozik, ez pedig 66,2 N/mm² átlag értéknek a 15%-a, betonjaink pedig ritkán érik el a C50/60 nyomószilárdsági osztályt.

Hazai méretezési előírásaink (MSZ 15022-1:1971) feltételezték, hogy a relatív szórás (variációs tényező) értéke s_{rel} = 15 %, tehát $s = 0{,}15 \times R_{átlag}$.

Ha az $s = 0{,}15 \times R_{átlag}$ összefüggés és az előző diaképen n = 3 minta esetére bemutatott $s = T_3/3{,}31$ összefüggés bal oldalát egyenlővé tesszük, akkor a $0{,}15 \times R_{átlag} = T_3/3{,}31$ összefüggésre, majd ebből a $T_3 = 3{,}31 \times 0{,}15 \times R_{átlag} = 0{,}5 \times R_{átlag}$ összefüggésre jutunk.

Ezért mondjuk, hogy nagyon szigorú előírás, ha a nyomószilárdság vizsgálati eredmények terjedelme nem lehet nagyobb, mint az átlag 15%-a; ez a határérték szélső esetben akár 50% is lehetne.

Az MSZ 4798:2016 szabvány ezért az MSZ EN 206:2014 szabvány ezen intézkedése alól, – amely szerint, ha a nyomószilárdság vizsgálati eredmények terjedelme nagyobb, mint az átlag 15%-a, akkor azokat értékelni nem szabad – bizonyos felmentést ad, és ennek vonatkozásában az alulmaradási tágasság jellegétől függően különbséget tesz.

Az MSZ 4798:2016 szabvány szerint, ha jellemző (karakterisztikus) értéket

- **① a tapasztalati szórásnak is függvényét képező alulmaradási tágassággal ($\lambda_n \times \sigma_{cube,test}$, $\lambda_n \times s_{cube,test,H}$, $t_n \times \sigma_{cube,test}$, $t_n \times s_{cube,test,H}$) számítják ki, akkor a tapasztalati szórás büntető jellegére tekintettel az MSZ EN 206:2014 szabvány fenti 15%-os korlátozó intézkedését figyelmen kívül kell hagyni;**
- **② konstans értékű alulmaradási tágassággal számítják ki, akkor az MSZ EN 206:2014 szabvány fenti 15%-os korlátozó intézkedését ugyan figyelembe kell venni, de a nyomószilárdság vizsgálati eredményeket, ha terjedelmük nagyobb, mint az átlag 15%-a, nem kell feltétlenül elvetni, azaz bizonyos feltételek mellett az ilyen tétel nyomószilárdsága is értékelhető.**

Ennek a ② esetbeli értékelésnek a feltételei a következők:

Lásd a következő diát

A típusvizsgálat, a kezdeti gyártás és az átadás-átvételi eljárás során a nyomószilárdság vizsgálati eredmények értékeléséhez az MSZ 4798:2016 szabványban alkalmazott összefüggésekben az alulmaradási tágasság a tapasztalati szórásnak nem függvénye, hanem a szórástól független konstans érték, a nagy szórásnak nincs büntető jellege, bármekkora nagy is a szórás, az alulmaradási tágasság konstans volta miatt hatása a nyomószilárdság jellemző (karakterisztikus) értékében nem mutatkozik.

Ezért, ha az alulmaradási tágasság konstans, akkor az egyes próbatestek vagy minták nyomószilárdság vizsgálati eredményeinek terjedelme ne legyen nagyobb, mint a vizsgálati eredmények átlagának 15%-a.

Az MSZ 4798:2016 szabvány szerint, ha a nyomószilárdság értékek terjedelme az átlag 15%-ánál nagyobb, akkor szabad az átlagot és a terjedelmet a legnagyobb nyomószilárdság vizsgálati eredmény elhagyásával újraszámítani, és ezt az újraszámítást mindaddig (akár két próbatest vagy minta vizsgálati értékéig is) folytatni, amíg az újraszámított terjedelem egyenlő vagy kisebb lesz, mint az újraszámított átlag 15%-a.

Ha az alulmaradási tágasság konstans érték,

- akkor a beton nyomószilárdság szerinti megfelelőségének igazolásához az így utolsónak újraszámított átlagot kell használni,

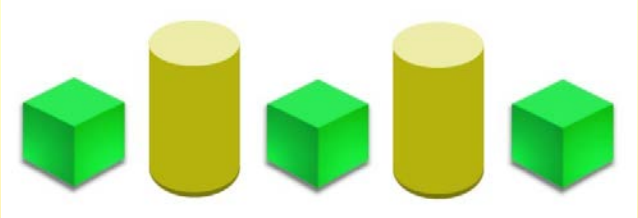
- vagy a beton nyomószilárdság szerinti megfelelőségét az eredeti nyomószilárdság vizsgálati eredmények tapasztalati szórásának függvényét képező alulmaradási tágasság (például $\lambda_n \times s_{test}$ vagy $t_n \times s_{test}$) mellett kell ellenőrizni az MSZ 4798:2016 szabvány 8.2.1.3.2. szakaszának (5) bekezdése alatti vagy P2.2.3. szakasza alatti összefüggések valamelyikével, például:

$$f_{cm,cube,test} \geq (f_{ck,cube} + t_n \times s_{cube,test}) \qquad N/mm^2$$

A beton-nyomószilárdság megfelelősége feltételeinek – MSZ 4798:2016 szabványbeli – kidolgozása során az alapvető célkitűzések voltak:

1. **Törekvés az Eurocode 2 (MSZ EN 1990, MSZ EN 1992) szabványrendszer követelményeihez való közelítésre;**
2. **Engedje meg a szabvány, illetve ajánlja a beton nyomószilárdság vizsgálati eredmények értékelését 50-50 %-os elfogadási valószínűségi szinten 5%-os alulmaradási hányad mellett;**
3. **Az 50-50 %-os elfogadási valószínűségi szint (ha alkalmazzák) jelölése a nyomószilárdsági osztály jelében, például: C35/45 – AC_{50} (az AC jel az „acceptante characteristic curve” elfogadási jelleggörbére utal);**
4. ***Hillsdof* (Beton-Kalender 1992., Teil I.) és *Schnell* et al. (Bauingenieur, 2010. december) féle henger-kocka átszámítási képletek elfogadása;**
5. **Egyértelmű megfelelőség igazolási módszerek, vizsgálati eljárások, vizsgálati eredmény értékelési számítások alkalmazása.**

Köszönöm a szíves figyelmüket…

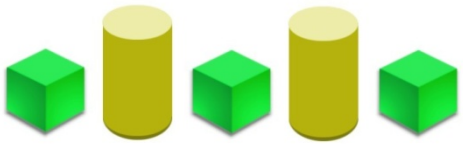


Az MSZ EN 206 és MSZ 4798 betonszabványok összefüggései az MSZ EN 1992 tervezési szabványokkal

A BETONSZILÁRDSÁG ÉRTELMEZÉSE

Dr. Kausay Tibor

BME Építőanyagok és Magasépítés Tanszék



Magyar Mérnöki Kamara Tartószerkezeti Tagozat

Siófok, 2017. június 9.

Mottó: „A műszaki biztonság gazdasági tőkét jelent”

ÖSSZEFOGLALÁS

Valamely adott összetételű beton átlagos nyomószilárdságát a betonszabványok (az MSZ EN 206:2014 európai és az MSZ 4798:2016 magyar beton termékszabvány európait követő főszövegének) nyomószilárdsági megfelelőségi feltétele alapján értékelve, a beton nagy valószínűséggel legalább eggyel nagyobb nyomószilárdsági osztályúra (jelűre), azaz látszólag jobb minőségűre adódik, mint az ugyanolyan összetételű beton az (MSZ EN 1990:2011, MSZ EN 1992-1-1:2010, MSZ EN 1992-2:2010) „Eurocode 2” tervezési szabvány szerint értékelve.

Más szóval: A C/ nyomószilárdsági osztályú beton tartalmában általában kisebb átlagos szilárdságú a betonszabvány szerint, mint a tervezési szabvány szerint.

Nem volt ez mindig így.

2004 előtt teljes összhang volt a magyar beton-termékszabvány (MSZ 4719:1982 és elődjei) és a szerkezetek (MSZ 15022:1986), a vízépítési műtárgyak (MSZ 15227:1980), a beton pályaburkolatok (MSZ-07-3212-3:1981) méretezési szabványának nyomószilárdság-felfogása között.

Ma az MSZ EN 206:2014, illetve az MSZ 4798:2016 betonszabvány főszövege szerinti betonból épülő magas- és mélyépítési betonszerkezetek vagy az MSZ EN 13877-2:2013 szabvány szerint készülő pályaburkolatok betonjának átlagos nyomószilárdsága minden bizonnyal kisebb, összetétele gyengébb, várhatóan kevésbé tartós, mint az ugyanolyan nyomószilárdsági osztályú (jelű) betonból 2004 előtt épült betonszerkezetek és pályaburkolatok betonjának átlagos nyomószilárdsága és tartóssága volt.

E kockázatos gyakorlattal szemben az **új magyar MSZ 4798:2016 betonszabvány P melléklete** lehetőséget ad az ugyanolyan nyomószilárdsági osztályú, de **nagyobb átlagszilárdságú**, a nyomószilárdságot – a 2004 előttit, és a mai Eurocode 2 szerintit megközelítő – **nagyobb biztonsággal** magában hordozó **$AC_{50}(H)$ minőségű beton alkalmazására**.

Az ilyen beton jelében a nyomószilárdsági osztály jele után szerepel az $AC_{50}(H)$ jel:

C / – $AC_{50}(H)$

Az új magyar MSZ 4798:2016 betonszabvány P melléklete szerinti, a beton megjelölésében szerepeltethető $AC_{50}(H)$ jel az 50%-os elfogadási (átvételi) valószínűséghez tartozó elfogadási jellemző (acceptante characteristic) jele, amelyet az 50%-os elfogadási (átvételi) valószínűséghez tartozó OC-görbe (curve of operating characteristic) jelenít meg.

(Kausay Tibor „A beton nyomószilárdságának elfogadása” Vasbetonépítés. VIII. évfolyam. 2. szám. (2006/2) , p. 35-44. http://fib.bme.hu/folyoirat/vb/vb2006_2.pdf)

Hosser, D. – Gensel, D.: **Kritische Bewertung der Statistik beim Konformitätsnachweis der Betondrickfestikkeit nach prEN 206. TU Braunschweig, IBMB (Inst. F. Baustoffe, Massivbau und Brandschutz) Im Auftrag des Deutschen Beton-Verein E.V. Braunschweig, 1995.**

OC-görbe (Operating characteristic curve)

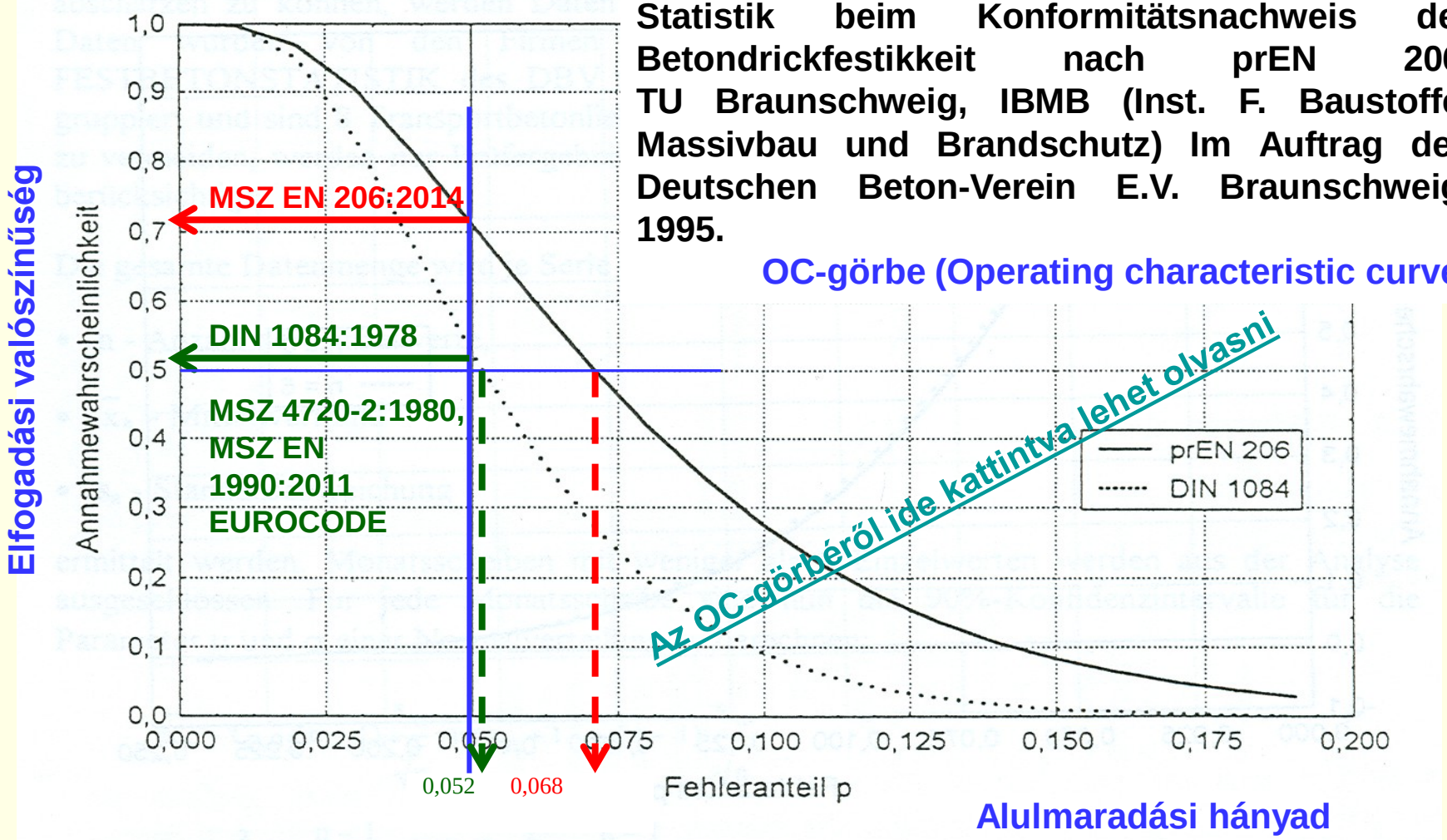


Bild 1: Annahmekennlinien zum Konformitätsnachweis nach prEN 206 und DIN 1084

Elfogadási jelleggörbe (OC-görbe) a megfelelőség igazolásához az EN 206, a DIN 1084 és az MSZ EN 1992-1-1 szabvány szerint

Spanyolországban a kormány 2008. július 18-án, 1247/2008 szám alatt, királyi rendelettel jóváhagyott, a betonok méretezésére vonatkozó rendeletet alkotott, amely szerint az átvevő kockázata nem lehet több, mint mintegy 50%.

BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO
AÑO CCCXLVIII • VIERNES 22 DE AGOSTO DE 2008 • SUPLEMENTO DEL NÚMERO 203
ESTE SUPLEMENTO CONSTA DE DOS FASCÍCULOS FASCÍCULO PRIMERO

MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA

14167 *REAL DECRETO 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08).*

INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL (EHE-08)

MINISTERIO
DE LA PRESIDENCIA

ÁLLAMI KÖZLÖNY
ÉV CCCXLVIII · 2008. AUGUSZTUS 22. PÉNTEK · 203. SZÁM MELLÉKLETE
A MELLÉKLET KÉT FÜZETBŐL ÁLL ELSŐ FÜZET

ELNÖKSÉGI MINISZTÉRIUM

14167 *1247/2008. július 18-i KIRÁLYI RENDELET, amely jóváhagyja a szerkezeti betonra vonatkozó előírásokat (EHE-08).*

SZERKEZETI BETONRA VONATKOZÓ ELŐÍRÁSOK (EHE 08)

ELNÖKSÉGI
MINISZTÉRIUM

5. A minőségjelzések speciális feltételei (a spanyol rendeletben)

A melléklet 4. bekezdésében előírt általános feltételek mellett a jelen előírás néhány speciális feltételt is meghatároz, amelyeknél figyelembe kell venni a minőségjelzéseket, hogy a hatáskörrel rendelkező hatóság hivatalosan elfogadja ezeket.

5.1. Beton

A beton minőségjelzésének:

– Garantizar que el riesgo del consumidor, entendido como la probabilidad de aceptar un lote defectuoso, para la resistencia especificada del hormigón deberá ser inferior al 45%.

- biztosítania kell, hogy a fogyasztó kockázata a beton meghatározott szilárdságával kapcsolatban, vagyis annak lehetősége, hogy hibás tételt fogad el, kevesebb, mint 45%.

Ezt a spanyol rendelkezést a CEN az MSZ EN 206:2014 szabványban tudomásul vette.

Annex J
(informative)

Deviation to accommodate a notified Spanish Regulation

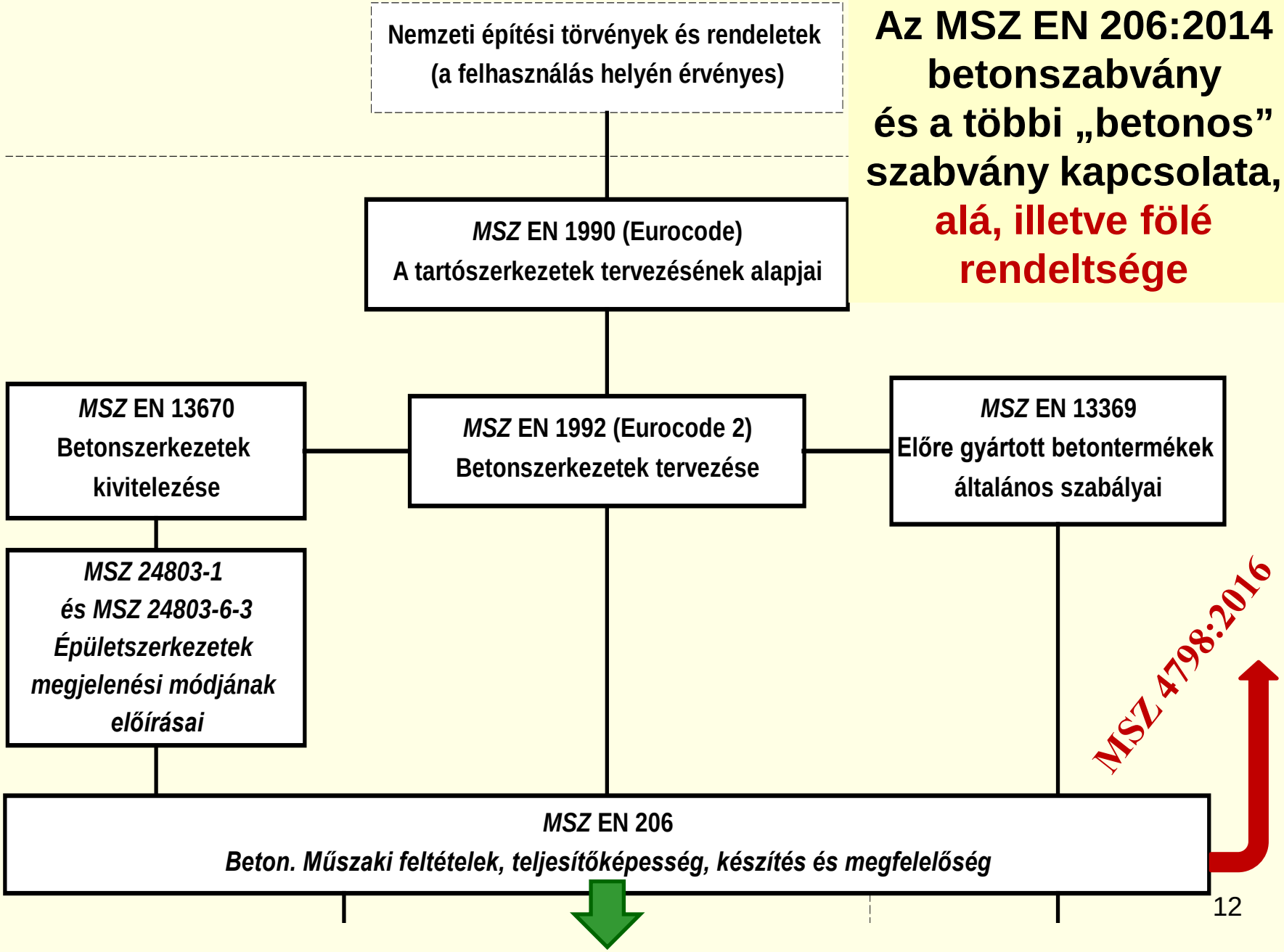
(1) In the mandatory Spanish Regulation (Instrucción de Hormigón Estructural (in English: Structural Concrete Code), approved 18 July 2008 by Royal Decree 1247/2008), there is the requirement for the consumer risk to be not greater than 50 % where the population in the assessment period has exactly 5 % of all possible results below the characteristic strength. Alteration of this national regulation is outside of the competence of CEN/CENELEC members. For the application of EN 206 in Spain, the national regulation remains valid and Spain is free to use higher coefficients in formulation presented in section 8.2.1.3.2 (method B).

J függelék
(tájékoztatás)

Eltérés egy közzétett spanyol rendelet alkalmazásához

(1) Az „Instrucción de Hormigón Estructural” (Szabályok betonok méretezésére beton tartószerkezetekben) rendelkező spanyol előírás, amelyet 2008. július 18-án a 1247/2008. számú Királyi Rendelettel hagytak jóvá, tartalmazza azt a követelményt, hogy az átvevő kockázata legfeljebb 50%-os lehet, ha az értékelési időszak alatt az összes lehetséges eredmény alapsokaságának 5%-a a jellemző szilárdsági érték alatt van. Ennek a nemzeti szabályozásnak a megváltoztatása nem tartozik a CEN/CENELEC tagok hatáskörébe. Az EN 206 spanyolországi alkalmazása vonatkozásában továbbra is érvényes ez a nemzeti előírás, és ott magasabb együtthatók használata engedélyezett a 8.2.1.3.2. szakasz (B módszer) szerinti számításokban.

Az MSZ EN 206:2014 betonszabvány és a többi „betonos” szabvány kapcsolata, alá, illetve fölé rendeltsége



BETONOPUS Bt.
Betontechnológiai és Kőzetalkalmazástani Mérnökiroda Betéti Társaság

1093 Budapest, Közraktár u. 24.
betonopu@t-online.hu

Üzenetrögzítős telefon: 1-217-4165
http://www.betonopus.hu

MINISZTERELNÖKSÉG

LÁZÁR JÁNOS ÚR,
Miniszterelnökséget vezető miniszter részére

1357 Budapest, Postafiók 6.

Rendelet alkotásra nálunk is született javaslat 2017. február 9-én.

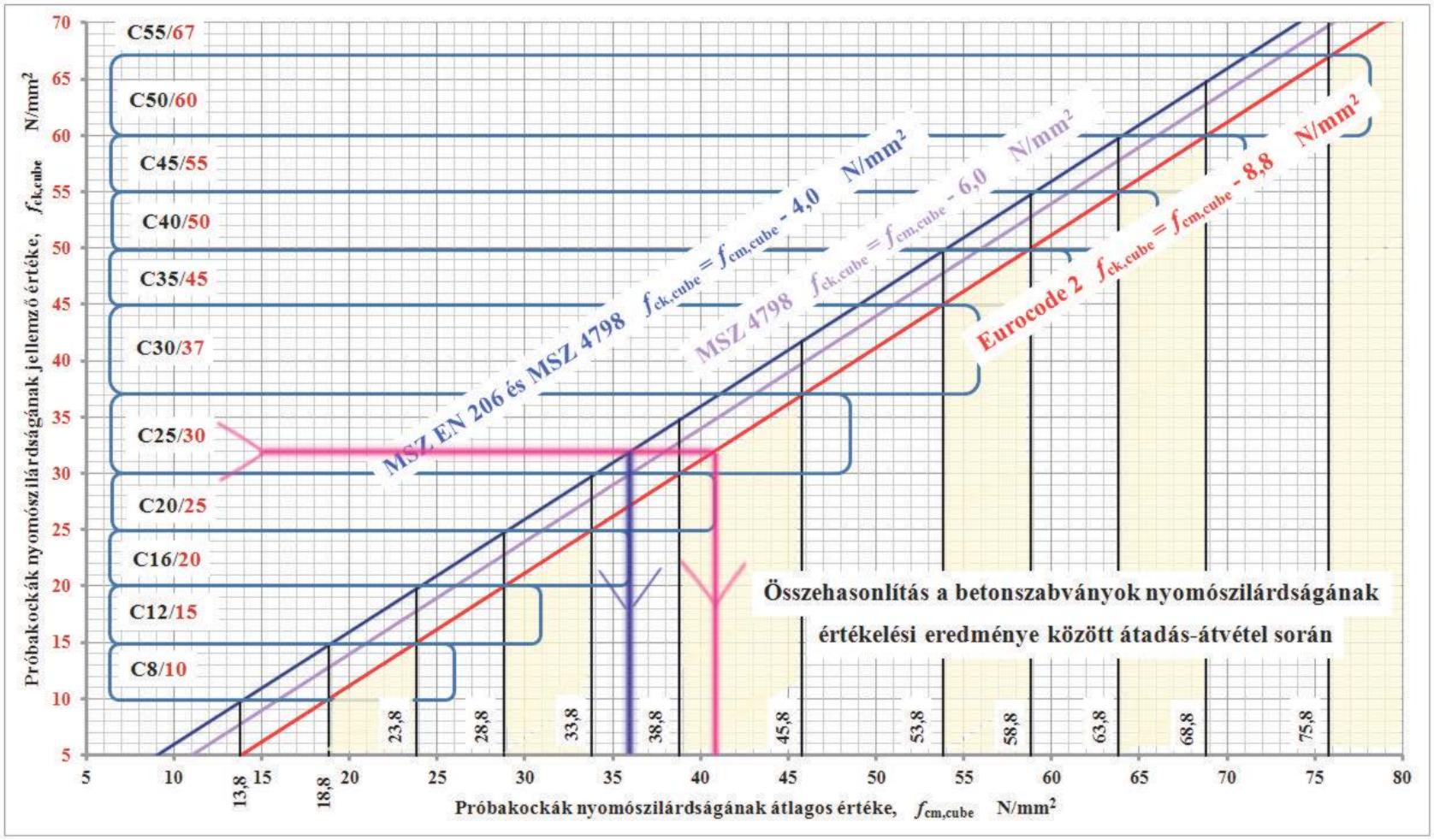
Tárgy: Felterjesztés építésügyi rendelet alkotására

Tisztelt Lázár János Miniszter Úr!

Kérem, hogy beton és vasbeton szerkezeteink biztonsága és tartóssága érdekében építésügyi rendeletet alkotni szíveskedjenek.

A rendelet javasolt szövege a következő:

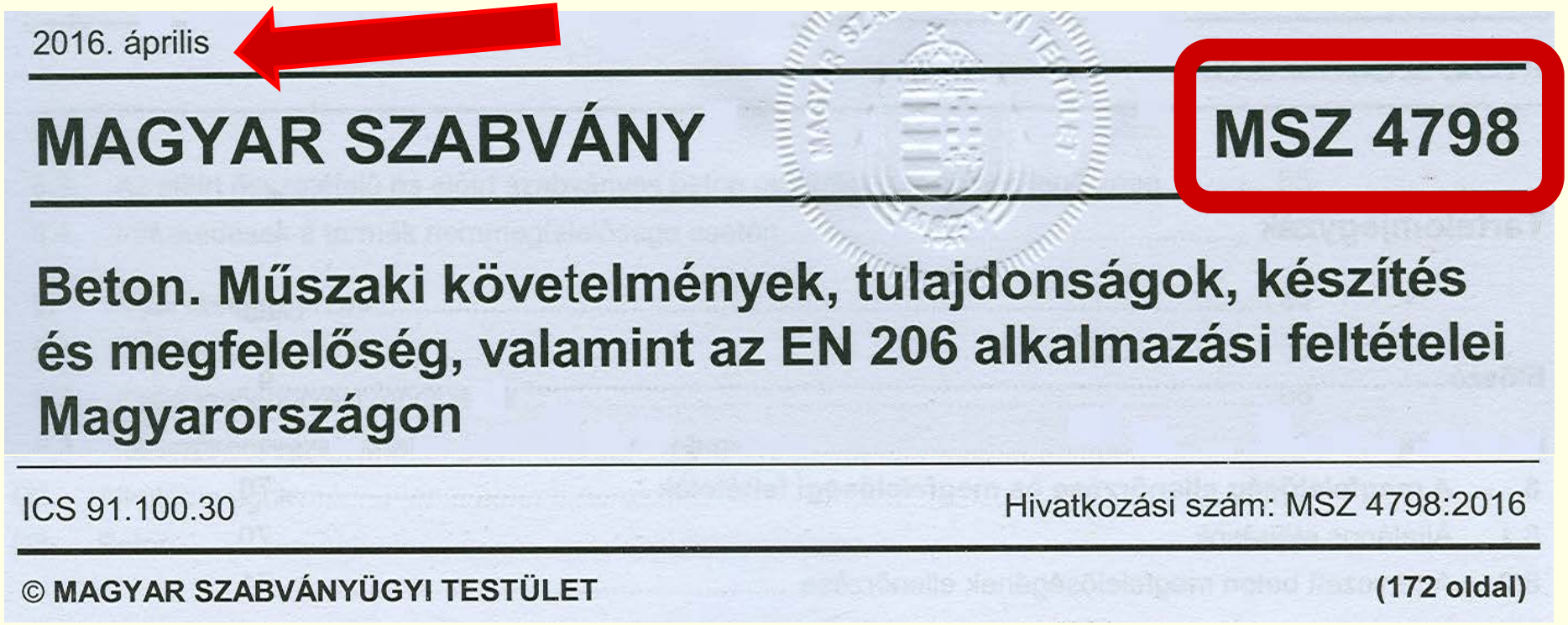
„Beton, vasbeton, feszített vasbeton építményt (épületet, közművet, műtárgyat, ipari, közlekedési, vízépítési és mezőgazdasági létesítményt, pályaszerkezetet stb.), illetve szerkezeti elemet – az építmény kellő biztonsága és tartóssága érdekében – csak olyan betonból (transzportbetonból vagy helyszínen kevert betonból) vagy előregyártott elemből szabad készíteni, amely esetén a beton szilárdságával kapcsolatban a vevő (megrendelő, felhasználó, kivitelező) kockázata, vagyis annak lehetősége, hogy hibás tételt fogad el és épít be az építménybe, legfeljebb 50%, más szóval a szilárdság elfogadási valószínűsége legfeljebb 50%.



A beton összetételét az átlagos nyomószilárdság alapján tervezik.
Így az EN 206 szerint és az MSZ 4798:2016 szabvány szerint megfelelő betonnak kisebb lehet az átlagos nyomószilárdsága, ezért nagyobb lehet a víz-cement tényezője, kisebb lehet a cementtartalma stb., mint az Eurocode szerint megfelelő betonnak.
Más szóval nem kizárt, hogy az EN 206 és az MSZ 4798:2016 szerint megfelelő beton cementköve az ugyan olyan jelű, de az Eurocode szerint megfelelő betonénál porózusabb, kisebb szilárdságú, azaz gyengébb minőségű.

Az $AC_{50}(H)$ minőségű (elfogadási valószínűségi) beton alkalmazásának indokoltsága

Részletek



2016. április

MAGYAR SZABVÁNY

MSZ 4798

Beton. Műszaki követelmények, tulajdonságok, készítés és megfelelőség, valamint az EN 206 alkalmazási feltételei Magyarországon

ICS 91.100.30

Hivatkozási szám: MSZ 4798:2016

© MAGYAR SZABVÁNYÜGYI TESTÜLET

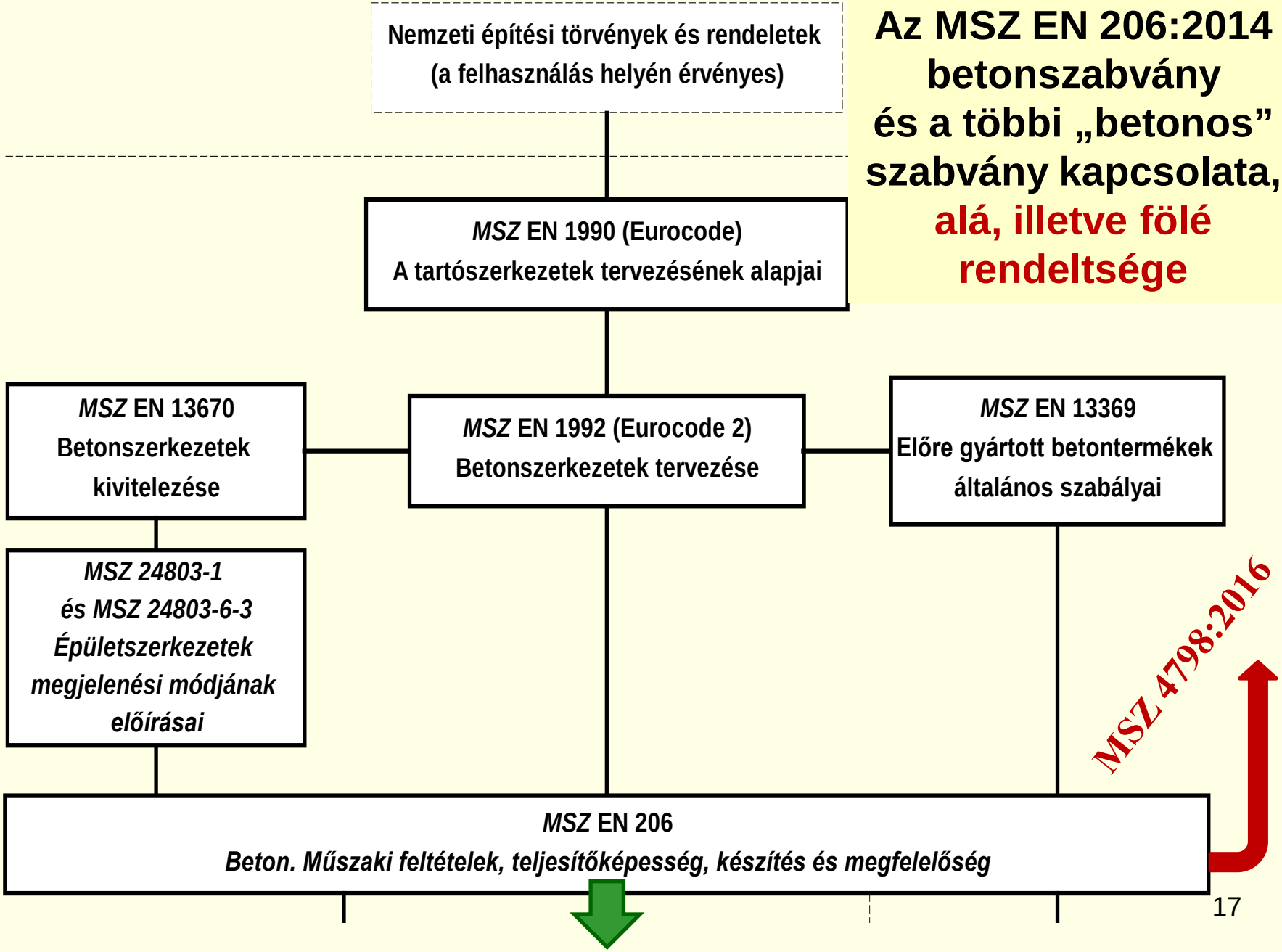
(172 oldal)

A szabvány a betonra mint termékre vonatkozik, és nem vonatkozik a szerkezetbe beépített betonra.

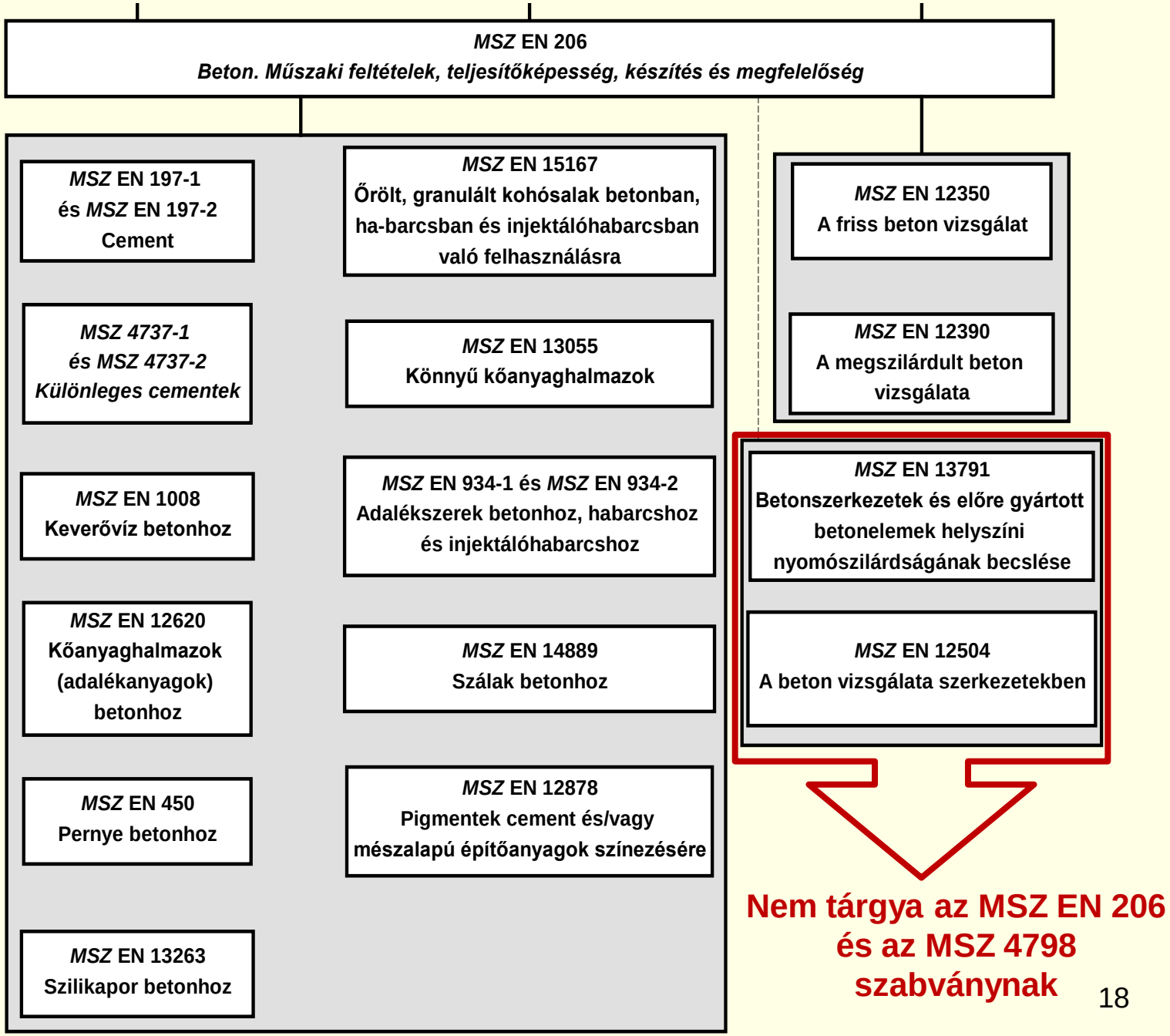
(9) Ez a szabvány az út- és térburkolatok betonjára csak akkor vonatkozik, ha az érvényben lévő útügyi műszaki előírás erre a szabványra hivatkozik.

(10) E szabvány az előregyártott beton-, és vasbeton elemek betonjára csak akkor vonatkozik, ha az érvényben lévő termék-, és tervezési szabványok erre a szabványra hivatkoznak. Az előre gyártott termékek, szerkezetek és az előre gyártott szerkezeti elemek a vonatkozó termékszabványok követelményeinek feleljenek meg.

Az MSZ EN 206:2014 betonszabvány és a többi „betonos” szabvány kapcsolata, alá, illetve fölé rendeltsége



Az MSZ EN 206:2014 betonszabvány és a többi „betonos” szabvány kapcsolata (az előző ábra folytatása)



Az Európai Parlament és az EU Tanácsa építési termékek forgalmazására vonatkozó harmonizált feltételek megállapításáról szóló 2011. március 9-i 305/2011/EU rendeletének I. melléklete szerint

az építménynek mind egészükben, mind különálló részeikben meg kell felelniük a rendeltetés szerinti használhatóság következő alapvető követelményeinek:

1. **Mechanikai szilárdság és állékonyság;**
2. **Tűzbiztonság;**
3. **Higiénia, az egészség- és a környezetvédelem;**
4. **Biztonságos használat és akadálymentesség;**
5. **Zajvédelem;**
6. **Energiatakarékosság és hővédelem;**
7. **Természeti erőforrások fenntartható használata.**

Az építményekre vonatkozó alapvető követelményeket az építési termékek forgalmazására vonatkozó harmonizált feltételek megállapításáról szóló 305/2011/EU rendelet (CPR = Construction Products Regulation = Építési termék rendelet) I. melléklete részletezi, a szilárdságra nézve így:

„1. Mechanikai szilárdság és állékonyság

Az építményeket úgy kell tervezni és megvalósítani, hogy a megvalósítás és a használat során várhatóan fellépő terhek ne eredményezzék a következő jelenségek egyikét sem:

a) az egész építménynek vagy az építmény egy részének összeomlása;

b) megengedhetetlen mértékű, jelentős alakváltozás;

c) az építmény más részeinek, illetve szerelvényeinek vagy beépített berendezéseinek károsodása az épület teherhordó szerkezetének jelentős alakváltozása miatt;

d) a kiváltó okhoz képest túlzott mértékű károsodás.”

A magyar országos településrendezési és építési követelményekről (OTÉK) szóló 253/1997. (XII. 20.) Korm. rendelet IV. Fejezete 50. § (3) bekezdése szerint

„Az építménynek meg kell felelnie a rendeltetési célja szerint

***a)* az állékonyság és a mechanikai szilárdság,**

***b)* a tűzbiztonság,**

***c)* a higiénia, az egészség- és a környezetvédelem,**

***d)* a biztonságos használat és akadálymentesség,**

***e)* a zaj és rezgés elleni védelem,**

***f)* az energiatakarékosság és hővédelem,**

***g)* az élet- és vagyonvédelem, valamint**

***h)* a természeti erőforrások fenntartható használata alapvető követelményeinek, és a tervezési programban részletezett előírásoknak."**

Az MSZ EN 1990:2011 „Eurocode: A tartószerkezetek tervezésének alapjai” című szabvány előszava szerint az Eurocode-okat az EU és az EFTA (Európai Szabadkereskedelmi Társulás) tagállamainak egyetértésével az „épületek és más építőmérnöki szerkezetek esetén a 89/106/EEC irányelv (ma 305/2011/EU rendelet) szerinti alapvető követelmények – különösen az

1. számú alapvető követelmény: Mechanikai szilárdság és stabilitás, és a

2. számú alapvető követelmény: Tűzhatással szembeni biztonság

– teljesülésének igazolására” alkalmazzák.

„… az Eurocode-okkal kapcsolatos munka során felmerülő műszaki szempontokat a CEN műszaki bizottságainak és/vagy az EOTA (Műszaki Engedélyeket, ma Európai Műszaki Értékeléseket Jóváhagyó Európai Szervezet) termékszabványok kidolgozásával foglalkozó munkacsoportjainak megfelelő módon figyelembe kell venniük annak érdekében, hogy ezek a műszaki előírások (EN-ek és ETA-k) teljes mértékben összhangban legyenek az Eurocode-okkal.”

Ez nyilvánvalóan kimondatlanul is vonatkozik a nemzeti szabványosítási műszaki bizottságok munkájára, illetve a nemzeti szabványokra, nemzeti alkalmazási dokumentumokra is; tehát, hogy a nemzeti szabványok, NAD-ok összhangban kell legyenek az Eurocode-okkal.

Az MSZ EN 1990:2011 Eurocode szabvány 2.1. szakasza szerint alapvető követelmény:

(1)P A tartószerkezeteket úgy kell megtervezni és megvalósítani, hogy az előirányzott élettartamuk során kellő megbízhatósággal és gazdaságosan

- viseljék a kivitelezés és a használat során várhatóan fellépő összes hatást, és legyenek alkalmasak az előirányzott használatra ► tervezési élettartam.

(2)P A tartószerkezeteket úgy kell továbbá megtervezni, hogy azok

- teherbírása ► nyomószilárdsági osztály,

- használhatósága és

- tartóssága ► környezeti osztály

megfelelő legyen.

(6) Az alapvető követelményeket általában

- **az anyagok alkalmas megválasztásával,**
- **megfelelő tervezéssel és szerkesztési szabályok alkalmazásával,**
- **a tervezés, a gyártás, a kivitelezés és a használat során az adott építési feladat szempontjainak figyelembevételével előírt ellenőrzési eljárások alkalmazásával**

kell kielégíteni.

Az új magyar MSZ 4798:2016 betonszabvány P melléklete szerint az EUROCODE 2 szabványnak megfelelő beton megjelölése például:

BETON JELE

C40/50 – AC_{50}(H) – XF4(H) – XA5(H) – XV3(H) – 32 – F4 – CEM I 42,5 N – SR 0 – Metakaolin – 100 év – MSZ 4798

C40/50 – AC_{50}(H) – XF4(H) – XA5(H) – XV3(H) – 32 – F4 – CEM I 42,5 N – SR 0 – Metakaolin – 100 év – MSZ 4798

C40/50 – AC_{50}(H) – beton nyomószilárdsági osztályának jele ◄;

C40/50 56 napos – ha a beton a nyomószilárdsági osztály meghatározásakor nem 28 napos

LC35/38 – könnyűbeton nyomószilárdsági osztályának jele;

D1,8 – könnyűbeton testsűrűségi osztályának jele;

bazalt zúzottkő – adalékanyag megnevezése, ha nem homokos kavics;

XF4(H) – XA5(H) – XV3(H) – környezeti osztályok jele ◄;

32 – adalékanyag legnagyobb szemnagysága, mm ◄;

F4 – friss beton konzisztencia osztályának jele ◄;

Cl0,10 – cementtartalomra vonatkozó megengedett kloridtartalmat, ha nem 0,20 tömeg%, például feszített vasbeton szerkezet betonja esetén;

CEM I 42,5 N – SR 0 – cement jele, ha a tervező előírja ◄;

Metakaolin – kiegészítőanyag megnevezése, ha a tervező előírja ◄;

100 év – tervezési élettartam, ha nem 50 év ◄;

MSZ 4798 szabvány jele

Megadható az adalékanyag szemmegoszlási görbéjének jele és finomsági modulusa is.

Egyszerű példa a beton jelére

Nyomószilárdsági osztály	Környezeti osztály	Legnagyobb szemnagyság, mm	Konzisztencia	Tervezési élettartam	Szabvány száma
C30/37 $AC_{50}(H)$	– XC3	– 24	– F3	– 100 év	– MSZ 4798

C30/37 ⇒ C $f_{ck,cyl}$ / $f_{ck,cube}$

$f_{ck,cyl}$ a 28 napos korú, sablonban készített, végig víz alatt tárolt Ø150×300 mm méretű próbahengerek nyomószilárdságának előírt jellemző (karakterisztikus) értéke, N/mm²

$f_{ck,cube}$ a 28 napos korú, sablonban készített, végig víz alatt tárolt 150 mm élhosszúságú próbakockák nyomószilárdságának előírt jellemző (karakterisztikus) értéke, N/mm²

A nyomószilárdsági osztály – és a nyomószilárdság előírt karakterisztikus (jellemző) értéke is – a még be nem épített betonból vett, sablonban készített, általában 28 napos, esetleg előzetes írásbeli megállapodás (az építmény megvalósítási szerződésében, a betontechnológiai utasításban, és a beton szállítólevelén) esetén 42 napos (pl. útépítési beton ⃠) vagy 56 napos korú (pl. tömegbeton) esetleg legfeljebb 90 napos korú (pl. nagyon lassú szilárdulású beton), végig víz alatt tárolt próbatesten mért nyomószilárdságra vonatkozik.

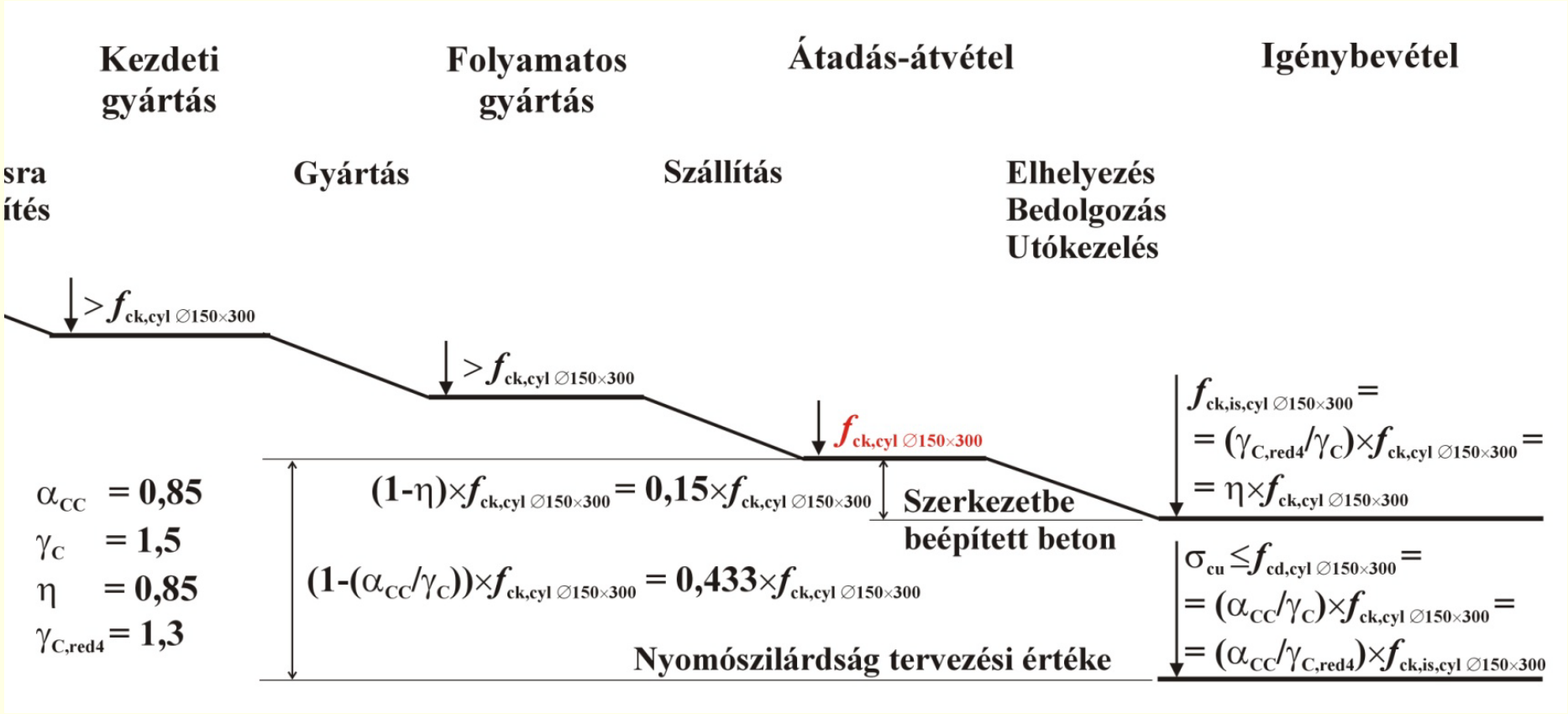
Ha a nyomószilárdsági osztállyal a 28 napostól eltérő korú beton nyomószilárdságát jellemzik, akkor ezt a beton jelében is fel kell tüntetni.

⃠ **A mai útépítési előírásokban már nem szerepel.**

Ebből az is következik, hogy

- **a 28 napos – esetleg ritkán legfeljebb 90 napos – kor után a megépült szerkezetből kifúrt magminták segítségével, vagy roncsolásmentes nyomószilárdság vizsgálatok eredményeiből**
  - **a) a beton nyomószilárdsági osztálya nem határozható meg,**
  - **b) és csak az adott korú beton $f_{ck,is,Ø150\times300,test}$ jellemző (karakterisztikus) értékét szabad kiszámítani, mert**
- **a 28 naposnál – esetleg ritkán legfeljebb 90 naposnál – idősebb betonnak nincs nyomószilárdsági osztálya.**

Ez célra is vezet, mert a 28 (esetleg ritkán legfeljebb 90) naposnál idősebb szerkezet teherhordóképességét az építménybe beépített beton adott korú nyomószilárdságának tapasztalati jellemző értéke ($f_{ck,is,Ø150\times300,test}$) alapján, a beton nyomószilárdság teherbírási tervezési értékéből ($f_{cd,Ø150\times300,test} = (\alpha_{CC}/\gamma_{C,red4})\times f_{ck,is,Ø150\times300,test}$), azt az igénybevételből a betonban ébredő nyomófeszültséggel (σ_{cu}) való összevetéssel ($f_{cd,Ø150\times300,test} \geq \sigma_{cu}$) – a nyomószilárdsági osztály meghatározása nélkül – meg lehet ítélni.



α_{cc} = tartós szilárdság tényezője
γ_c = biztonsági (parciális) tényező
η = beépített beton szilárdsági tényezője
$\gamma_{c,red4} = \eta\times\gamma_c$ = csökkentett biztonsági tényező
σ_{cu} = igénybevételből a betonban ébredő nyomófeszültség

Az összefüggések abban az esetben érvényesek, ha az alulmaradási tágasság a próbatestek számának (*Student*-tényezőnek) és a nyomószilárdság szórásának a függvénye (tehát nem egy konstans érték).

Beton útja a típusvizsgálattól (próbakeveréstől) a szerkezetbe építésig (igénybevételig), avagy a beton nyomószilárdsága előírt jellemző (karakterisztikus) értékének ($f_{ck,cyl\ \varnothing150\times300}$) változása a típusvizsgálat (próbakeverés) és a szerkezetbe építés (igénybevétel) között az MSZ EN 1992-1-1:2010 (Eurocode 2) és MSZ 4798:2016 szabvány szerint

Fontos előírás az is, hogy a 28 napos – vagy esetleg ritkán legfeljebb 90 napos – korúnál idősebb beton nyomószilárdságából a 28 napos nyomószilárdságra visszamenőleg következtetni vagy annak megfelelőségét utólag igazolni nem szabad.

Ilyen célra az *Arrhenius*-féle vagy más idő-egyenérték függvény sem alkalmazható!

(6) A t korú beton nyomószilárdsága függ a cement típusától, a hőmérséklettől és az utókezelés körülményeitől. Átlagos 20°C hőmérséklet és az EN 12390 szerinti utókezelés esetén a különböző korú betonok $f_{cm}(t)$ nyomószilárdsága a (3.1.) és a (3.2.) összefüggésekből becsülhető.

$$f_{cm}(t) = \beta_{cc}(t)\, f_{cm} \qquad (3.1.)$$

Arrhenius-féle összefüggés

és

$$\beta_{cc}(t) = \exp\left\{ s\left[1 - \left(\frac{28}{t} \right)^{1/2} \right] \right\} \qquad (3.2.)$$

MSZ EN 1992-1-1 Eurocode 2, 3.1.2. szakasz

Az MSZ EN 1992-1-1 Eurocode 2 szabványban olvasható:

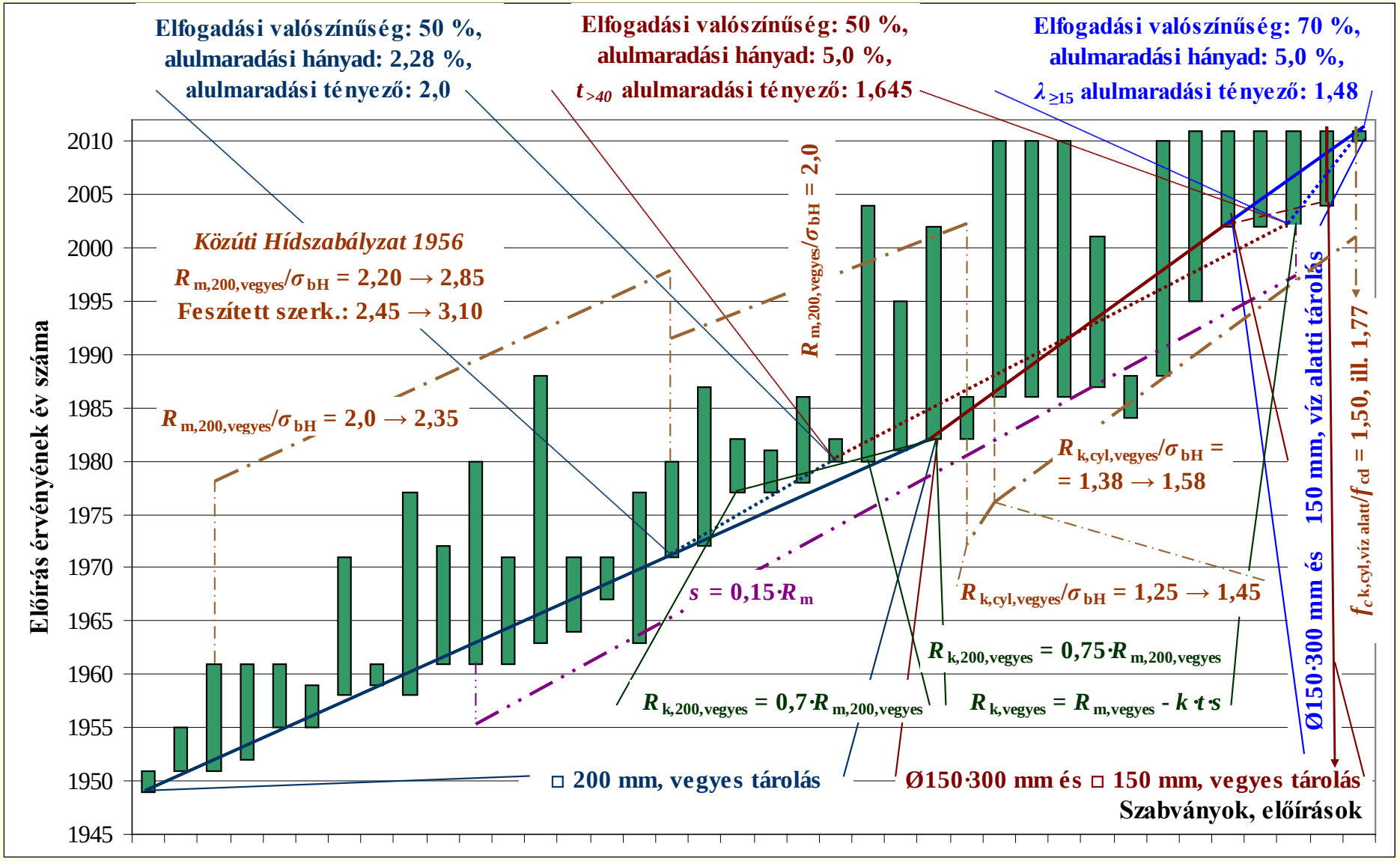
„Ha a beton nem felel meg a 28 napos nyomószilárdságára vonatkozó előírásoknak, akkor a (3.1.) és a (3.2.) összefüggések nem érvényesek.

Ezt a bekezdést általában nem szabad alkalmazni arra, hogy egy nem megfelelő referenciaszilárdság meglétét visszamenőlegesen, az utószilárdulás figyelembevételével igazoljanak.”

A tapasztalati nyomószilárdsági osztály meghatározásának nehézsége abból származik, hogy míg a nyomószilárdság átlag értékét (f_{cm}) laboratóriumi, esetleg helyszíni méréssel meg lehet határozni (mert fizikai, mechanikai tulajdonság), addig nyomószilárdság alulmaradási hányadhoz tartozó jellemző (karakterisztikus) értékének ($f_{ck} = f_{cm} - \Delta$) számítási módját szabványok, szabályzatok, műszaki előírások írják elő (mert gazdaságpolitikai sajátság),

ahol Δ az alulmaradási tágasság

– 1980 1980 – 2002 2002 –



A beton nyomószilárdsága jellemzésének változásai az utóbbi 65 évben

1977 előtt

a nyomószilárdságot 200 mm élhosszúságú próbakockákon vizsgáltuk, amelyeket vegyesen tároltuk.

A betont a nyomószilárdság átlagértékével minősítettük és jelöltük, kp/cm^2-ben. Példa a beton jelére: B 280.

A meg nem felelő tétel elfogadási valószínűsége: 50 %,

az alulmaradási hányad: 2,28 %,

az alulmaradási tényező értéke: 2,0 volt a $K_{átlag} = K_{küszöb}/(1 - 2\times s/K_{átlag}) \rightarrow K_{átlag} - 2\times s = K_{küszöb}$ összefüggésből.

(MSZ 4715:1961, MSZ 4715-4:1972, MSZ 4719:1958, MSZ 4720:1961, MSZ 15022-1:1971)

1977-1980 között

a nyomószilárdságot 200 mm élhosszúságú próbakockákon vizsgáltuk, amelyeket vegyesen tároltuk.

A betont a nyomószilárdság jellemző értékével minősítettük ($R_{k,200,vegyes} = 0{,}7 \times R_{m,200,vegyes}$), de még átlagértékével jelöltük, kp/cm^2-ben. Például: B 280.

A meg nem felelő tétel elfogadási valószínűsége: 50 %,

az alulmaradási hányad: 2,28 %,

az alulmaradási tényező értéke: 2,0,

a relatív szórás (variációs tényező) értéke: 15 % volt.

(MSZ 4715-4:1972, MSZ 4719:1977, MSZ 4720:1961, MSZ 15022-1:1971)

1980-1982 között

a nyomószilárdságot 200 mm élhosszúságú próbakockákon vizsgáltuk, amelyeket vegyesen tároltuk.

A betont a nyomószilárdság jellemző értékével minősítettük ($R_{k,200,vegyes} = \underline{0,75} \times R_{m,200,vegyes}$), de még átlagértékével jelöltük, kp/cm^2-ben. Például: B 280.

A meg nem felelő tétel elfogadási valószínűsége: 50 %,

az alulmaradási hányad: $\underline{5,0\ \%}$,

az alulmaradási (*Student*) tényező értéke t_n>40 esetén: $\underline{1,645}$,

a relatív szórás (variációs tényező) értéke: 15 % volt.

(MSZ 4715-4:1972, MSZ 4719:1977, MSZ 4720-2:1980, MSZ 15022-1:1971 M:1980)

1982-2002 között

a próbatestek 150 mm élhosszúságú kockák és Ø150×300 mm méretű hengerek voltak, amelyeket vegyesen tároltuk.

A betont a vegyesen tárolt Ø150×300 mm méretű hengerek nyomószilárdságának jellemző értékével kellett minősíteni és jelölni, N/mm^2-ben. Például: C 25.

A meg nem felelő tétel elfogadási valószínűsége: 50 %,

az alulmaradási hányad: 5,0 %,

az alulmaradási (*Student*) tényező értéke *t*n>40 esetén: 1,645,

a relatív szórás (variációs tényező) értéke: 15 % volt.

(MSZ 4715-4:1972, MSZ 4719:1982, MSZ 4720-2:1980, MSZ 15022-1:1971 M:1982)

2002 óta (amely az európai szabványok bevezetésének az éve)

a próbatestek 150 mm élhosszúságú kockák és Ø150×300 mm méretű hengerek, amelyeket végig víz alatt kell tárolni.

2004 óta a kockákat szabad vegyesen is tárolni.

A betont a végig víz alatt tárolt hengerek és kockák nyomószilárdságának jellemző értékével kell minősíteni és jelölni, N/mm^2-ben. Például: C20/25.

A meg nem felelő tétel elfogadási valószínűsége: 70 %,

az alulmaradási hányad: 5,0 %,

az alulmaradási (*Taerwe*) tényező értéke *n* = 15 esetén: 1,48.

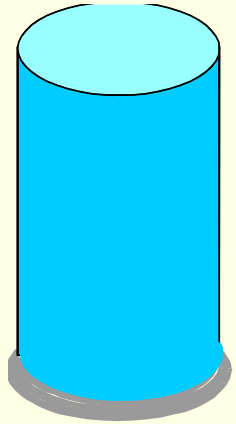
(MSZ 15022-1:1986, MSZ EN 206-1:2002, MSZ EN 12390-2:2002, MSZ EN 12390-3:2002, *MSZ 4798-1:2004*)

2014-ben

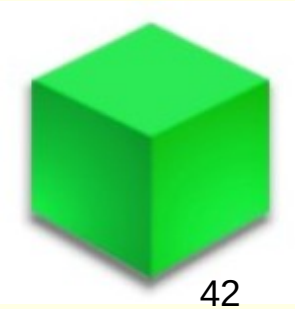
az MSZ EN 206-1:2002 szabványt az MSZ EN 206:2014 szabvány váltotta fel, és az MSZ 4798-1:2004 szabványt visszavonták.

2016. április 1-én

érvényre lépett az MSZ 4798:2016 szabvány (NAD).



Az MSZ EN 206:2014 szabvány (elődjéhez hasonlóan) a 150 mm átmérőjű, 300 mm magas hengerek és a 150 mm élhosszúságú kockák végig víz alatti tárolása mellett *megengedi* a próbatestek *másféle tárolását* is.



Erre való hivatkozással az MSZ 4798:2016 szabványban (elődjéhez hasonlóan) megengedjük a 150 mm élhosszúságú kockák vegyes tárolását.

2005. augusztus

MAGYAR SZABVÁNY MSZ EN 1990

Eurocode: A tartószerkezetek tervezésének alapjai

4.2. Anyag- és termékjellemzők

(4)P Az anyagjellemzők értékeit előírt körülmények között elvégzett szabványosított vizsgálatok eredményeként kell meghatározni. Átszámítási tényezőt kell alkalmazni abban az esetben, ha a szabványosított vizsgálatok eredményét át kell számítani olyan értékké, amelyről feltételezhető, hogy a tartószerkezetben vagy a talajban lévő anyag vagy termék viselkedését jobban leírja.

és az átszámított vizsgálati eredményt kell az előírt értékkel összevetni

D7.2. A karakterisztikus értéken alapuló eljárás

(1) Az X jellemző tervezési értéke a következő összefüggéssel határozható meg:

$$X_d = \eta_d \frac{X_{k(n)}}{\gamma_m} = \frac{\eta_d}{\gamma_m} m_X \{1 - k_n V_X\} = \frac{\eta_d}{\gamma_m}(m_X - k_n \cdot s_X) \rightarrow X_d = f_{ck} \cdot \eta_d \quad \text{(D1.)}$$

k_n pld. t_n = Student-tényező

ahol:

η_d az átszámítási tényező tervezési értéke.

γ_m az anyagjellemző parciális tényezője = 1,0 (4.2.(10)P)

γ_M az anyagjellemző parciális tényezője, mely a számítási modell bizonytalanságait és a méreteltéréseket is figyelembe veszi (6.5.4.)

6.5.4. Az anyagok parciális tényezői

(1) Használhatósági határállapotok esetén az anyagjellemzőkre vonatkozó γ_M parciális tényezők értékét általában 1,0-re kell felvenni, kivéve, ha az EN 1992 – EN 1999 másként írja elő.

6.3.3. Az anyag- vagy termékjellemzők tervezési értékei

(1) Az anyag- vagy termékjellemző X_d tervezési értéke a következő általános összefüggéssel határozható meg:

$$X_d = \eta \frac{X_k}{\gamma_m} \qquad (6.3.)$$

A vizsgálati eredményt kell a szabványos értékre átszámítani, és az átszámított vizsgálati eredményt kell az előírt értékkel összevetni.

ahol:

X_k az anyag- vagy termékjellemző karakterisztikus értéke (lásd a 4.2. szakasz (3) bekezdését);

η az átszámítási tényező várható értéke, mely

- a térfogati és mérethatást,
- a nedvességtartalom és a hőmérséklet hatását, és
- más, egyéb lényeges paramétereket

vesz figyelembe.

γ_m az anyag- vagy termékjellemző parciális tényezője, mely

- az anyag- vagy termékjellemző karakterisztikus értéktől való kedvezőtlen irányú eltérésének lehetőségét;
- az η átszámítási tényező véletlenszerű pontatlanságait

veszi figyelembe.

2005. augusztus

MAGYAR SZABVÁNY **MSZ EN 1990**

Eurocode: A tartószerkezetek tervezésének alapjai

$$E_d \le R_d$$

ahol:

E_d az igénybevételek tervezési értéke, úgy kat tartalmazó vektormennyiség;

R_d a megfelelő ellenállás tervezési értéke.

6.3.5. Az ellenállás tervezési értéke

(1) Az ellenállás R_d tervezési értéke a következő

$$R_d = \frac{1}{\gamma_{Rd}} R\{X_{d,i}; a_d\} = \frac{1}{\gamma_{Rd}} R\left\{\eta_i \frac{X_{k,i}}{\gamma_{m,i}}; a_d\right\}$$

ahol: a_d a geometriai jellemző tervezési értéke

γ_{Rd} az ellenállás parciális tényezője, mely az jellemzők bizonytalanságait veszi figyele 6.3.4. szakasz (2) bekezdését);

$X_{d,i}$ az *i*-edik anyagjellemző tervezési értéke.

A vizsgálati eredményt kell a szabványos értékre átszámítani, és az átszámított vizsgálati eredményt kell az előírt értékkel összevetni.

D7.2. A karakterisztikus értéken alapuló eljárás

(1) Az *X* jellemző tervezési értéke a következő összefüggéssel határozható meg:

$$X_d = \eta_d \frac{X_{k(n)}}{\gamma_m} = \frac{\eta_d}{\gamma_m} m_X\{1 - k_n V_X\} = \frac{\eta_d}{\gamma_m}(m_X - k_n \cdot s_x) \rightarrow X_d = f_{ck} \cdot \eta_d \quad \text{(D1.)}$$

$= 1{,}0$

pld. t_n = Student-tényező

ahol:

η_d az átszámítási tényező tervezési értéke.

Az MSZ 4798:2016 szabvány szerint a betonok megfelelőségét nyomószilárdságra általában 28 napos korú, 150 mm élhosszúságú próbakockák vizsgálatával ellenőrizzük, és a nyomószilárdság vizsgálati eredményt ($f_{ck,cube,test}$) a próbakockákra vonatkozó követelmény értékkel ($f_{ck,cube}$) vetjük össze:

$$f_{c,cube,test} \geq f_{c,cube}$$

Entsprechend [5] wird der Umrechnungsfaktor $k_{cyl/cube}$ für die Umrechnung zwischen Würfelproben mit 150 mm Kantenlänge und Zylinderproben mit 150 mm Durchmesser und 300 mm Höhe mit einem mittleren Wert für alle Festigkeitsklassen mit 0,82 gewählt:

Bei diesem Beitrag handelt es sich um einen wissenschaftlich begutachteten und freigegebenen Fachaufsatz („reviewed paper").

Hauptaufsatz

Umrechnung der Druckfestigkeit von zwischen 1943 und 1972 hergestellten Betonen auf charakteristische Werte

J. Schnell, M. Loch, N. Zhang

Band 85, Dezember 2010 Copyright Springer-VDI-Verlag GmbH & Co. KG, Düsseldorf Bauingenieur

$$\frac{f_{c,cyl}}{f_{c,cube150}} = k_{cyl/cube} = 0{,}82$$

víz alatt tárolt kocka és henger

mit:

$f_{c,cube150}$ Betondruckfestigkeit eines Würfels mit 150 mm Kantenlänge,

$f_{c,cube200}$ Betondruckfestigkeit eines Würfels mit 200 mm Kantenlänge,

$f_{c,cyl}$ Betondruckfestigkeit eines Zylinders ($Ø/h$ = 150/300 mm).

[5] DIN EN 206–1:2001–07: Beton – Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität; Deutsche Fassung EN 206–1:2000.

[6] DIN 1045–2:2008–08: Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 2: Beton; Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität; Anwendungsregeln zu DIN EN 206–1.

[8] DIN EN 12390–2:2009–08: Prüfung von Festbeton – Teil 2: Herstellung und Lagerung von Probekörpern für Festigkeitsprüfungen; Deutsche Fassung EN 12390–2:2009.

Da die Lagerungsbedingungen in [12] weitestgehend der „Trockenlagerung" im nationalen Anhang von [8] entsprechen, kann der Umrechnungsfaktor k_L für Normalbeton entsprechend [6] festgelegt werden.

Lásd még: *Hilsdorf, H. K.*: „Beton". Beton-Kalender 1992., Teil I., p. 40.)

[12] DIN 1048:1943-x: Teil D – Bestimmungen für Betonprüfungen bei Ausführung von Bauwerken aus Beton und Stahlbeton.

$$\frac{f_{c,cube150}}{f_{c,dry}} = k_L = 0{,}92$$

mit:

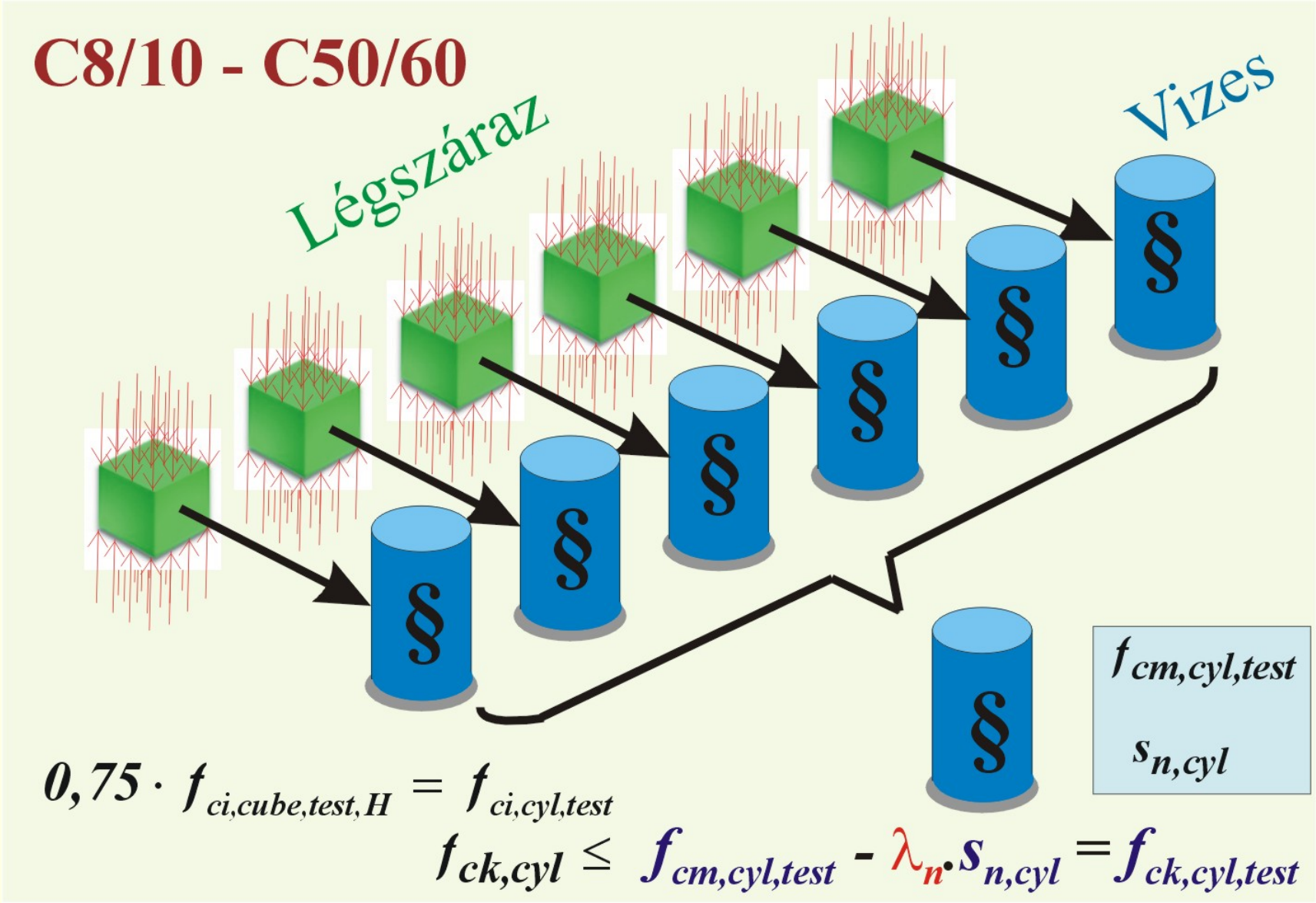
$f_{c,cube150}$ Betondruckfestigkeit eines Würfels mit 150 mm Kantenlänge bei 28-tägiger Lagerung unter Wasser.

$f_{c,dry}$ Betondruckfestigkeit eines Würfels mit 150 mm Kantenlänge bei Trockenlagerung.

$0{,}82 \times 0{,}92 = 0{,}7544 \sim 0{,}75$

ezért:

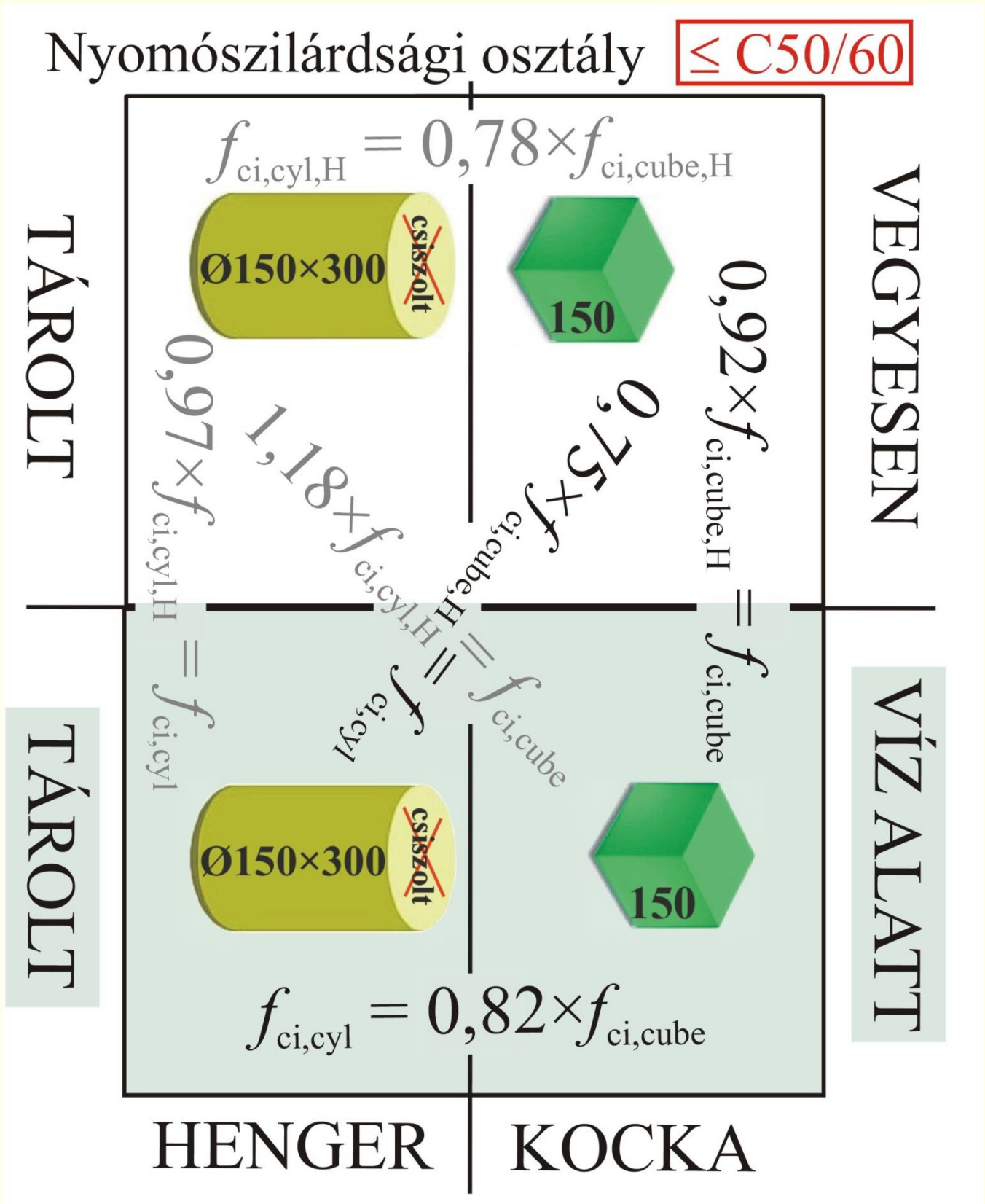
$$f_{ci,cyl} = 0{,}75 \times f_{ci,cube,H}$$



(C55/67 – C100/115 között: $0,8 \times f_{ci,cube,test,H} = f_{ci,cyl,test}$)

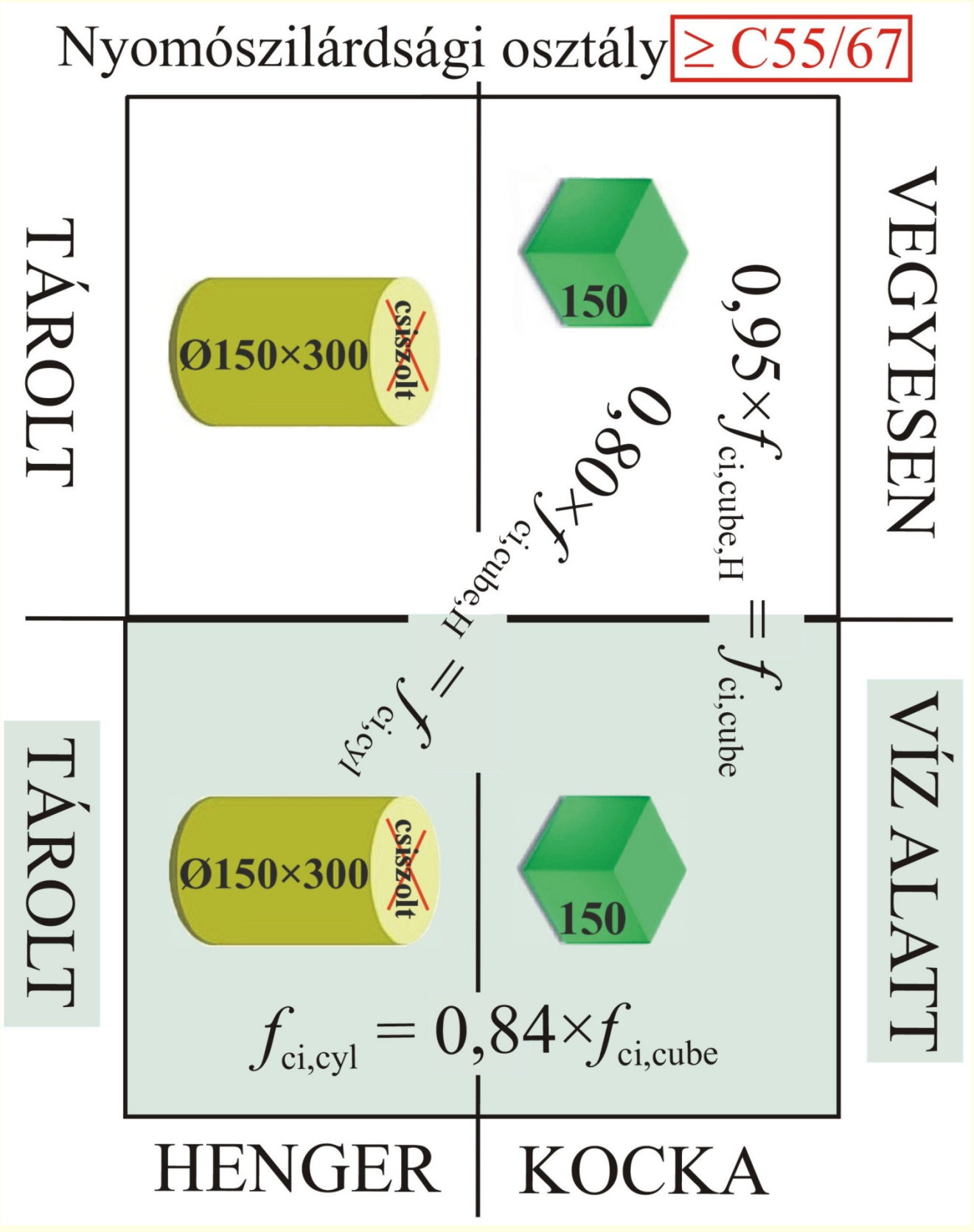
Kausay

Hilsdof és *Schnell* et al. féle henger-kocka nyomószilárdság átszámítási képletek, **ha ≤ C50/60**



Kausay

Hilsdof és *Schnell* et al. féle henger-kocka nyomószilárdság átszámítási képletek, ha ≥ C55/67



Nyomott felület kialakítása	Felső lap simított (habarcsolva)	Felső lap csiszolt, alsó lapja natúr	Mind a két lap csiszolt
Végig víz alatt tárolt Φ150·300 mm méretű próbahengerek	Töréskor nem robbantak	Töréskor robbantak	Töréskor robbantak
Átlagos nyomószilárdság, N/mm^2	42,8	51,4	52,7
Nyomószilárdság, %	100,0	120,0	123,1
Szórás, N/mm^2	1,68	0,67	1,64
Mértékadó szórás, N/mm^2	3,00	3,00	3,00
Student -tényező, n = 3	2,92	2,92	2,92
Jellemző érték, N/mm^2	34,06	42,63	43,94
Nyomószilárdsági osztály	C30/37	C40/50	C40/50
Szórás a terjedelemből, N/mm^2	1,95	0,71	1,89
Mértékadó szórás, N/mm^2	3,00	3,00	3,00
Student -tényező, n = 3	2,92	2,92	2,92
Jellemző érték, N/mm^2	34,06	42,63	43,94
Nyomószilárdsági osztály	C30/37	C40/50	C40/50

$s = T_3/3,31$

Nyomott felület kialakítása	Felső lap simított (habarcsolva)	Felső lap csiszolt, alsó lapja natúr	Mind a két lap csiszolt
Végig víz alatt tárolt Φ150·300 mm méretű próbahengerek	Töréskor nem robbantak	Töréskor robbantak	Töréskor robbantak
Átlagos nyomószilárdság, N/mm^2	42,8	51,4	52,7
Nyomószilárdság, %	100,0	120,0	123,1
Szórás, N/mm^2	1,68	0,67	1,64
Mértékadó szórás, N/mm^2	3,00	3,00	3,00
Student-tényező, n = 3	2,92	2,92	2,92
Jellemző érték, N/mm^2	34,06	42,63	43,94
Nyomószilárdsági osztály	C30/37	C40/50	C40/50
Szórás a terjedelemből, N/mm^2	1,95	0,71	1,89
Mértékadó szórás, N/mm^2	3,00	3,00	3,00

$s = T_3/3{,}31$

A csiszolt Ø150×300 mm méretű próbahenger nyomószilárdságának jellemző értéke akár meg is haladhatja a 150 mm élhosszúságú próbakocka nyomószilárdságának jellemző értékét.

A nyomószilárdságot az MSZ EN 12390-3 szerint kell meghatározni, azzal a kiegészítéssel, hogy azoknak a próbatesteknek a teherviselésre szánt felületét, amelyek mérete vagy alakja az MSZ EN 12390-1 előírásainak, illetve az MSZ EN 12390-3 szabvány B melléklete előírásainak megfelel, az MSZ EN 12390-3 szabvány 5. fejezete, illetve A melléklete szerint kiigazítani indokolatlan (értelmezésem szerint nem szabad!).

Az MSZ EN 12390-1 előírásainak, illetve az MSZ EN 12390-3 szabvány B melléklete előírásainak meg nem felelő méretű vagy alakú próbatestek csiszolással történő kiigazítása az MSZ 4798:2016 szabvány szerint nem javasolt (nem szabad!), mert a korrekciós tényezőnek jelenleg nincs közmegegyezéssel elfogadott értéke.

Az MSZ EN 12390-3 szabvány 5.2. szakasz első mondata úgy értelmezendő, hogy a nyomószilárdság vizsgálati próbatestek méretét az MSZ EN 12390-3 szabvány B melléklete szerint meg kell vizsgálni, és ha a próbatest mérete az MSZ EN 12390-1 szerinti méretekre előírt mérettűréseken kívül esik, akkor a próbatestet nyomószilárdság vizsgálat előtt vagy kalcium-aluminát cementhabarccsal vagy kénkeverékkel vagy homokdoboz módszerrel ki kell igazítani, vagy a nyomószilárdság vizsgálatból ki kell hagyni.

2010 óta

a betonszerkezetek tervezését az MSZ EN 1992-1-1:2010 (Eurocode 2) méretezési szabvány alapján kell végezni.

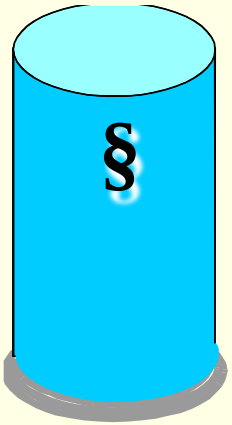
Az MSZ EN 1992-1-1:2010 szabvány szerint

a meg nem felelő tétel elfogadási valószínűsége: 50 %,

az alulmaradási hányad: 5,0 %,

az alulmaradási (*Student*) tényező értéke t_n>40 esetén: 1,645.

Az MSZ EN 1992-1-1:2010 szabvány a beton nyomószilárdsága alatt a 28 napos korú, végig víz alatt tárolt Ø150×300 mm méretű hengerek szilárdságát érti,



a beton nyomószilárdságának megfelelőségét a 150 mm átmérőjű, 300 mm magas, végig víz alatt tárolt próbahengerek nyomószilárdsága alapján ítéli meg, következésképpen a megfelelőségi feltételek is ezekre a hengerekre vonatkoznak.

AZ ÁTLAGOS NYOMÓSZILÁRDSÁG ELVÁRT ÉRTÉKE, AMIKOR A NYOMÓSZILÁRDSÁG VIZSGÁLATI EREDMÉNYEK SZÓRÁSA NEM ISMERT

MSZ EN 1992-1-1:2010 (Eurocode 2) szabvány 3.1. táblázata szerint:

$$f_{cm} = f_{ck} + 8\ \mathrm{N/mm^2}$$

ahol:

f_{cm} **a beton nyomószilárdságának szabványos méretű és végig víz alatt tárolt próbahengeren értelmezett, előírt átlag értéke, és**

f_{ck} **a beton nyomószilárdságának ugyanilyen szabványos próbahengeren értelmezett, előírt jellemző értéke.**

Ugyanakkor az MSZ EN 206:2014 szabvány szerint a kezdeti gyártás során:

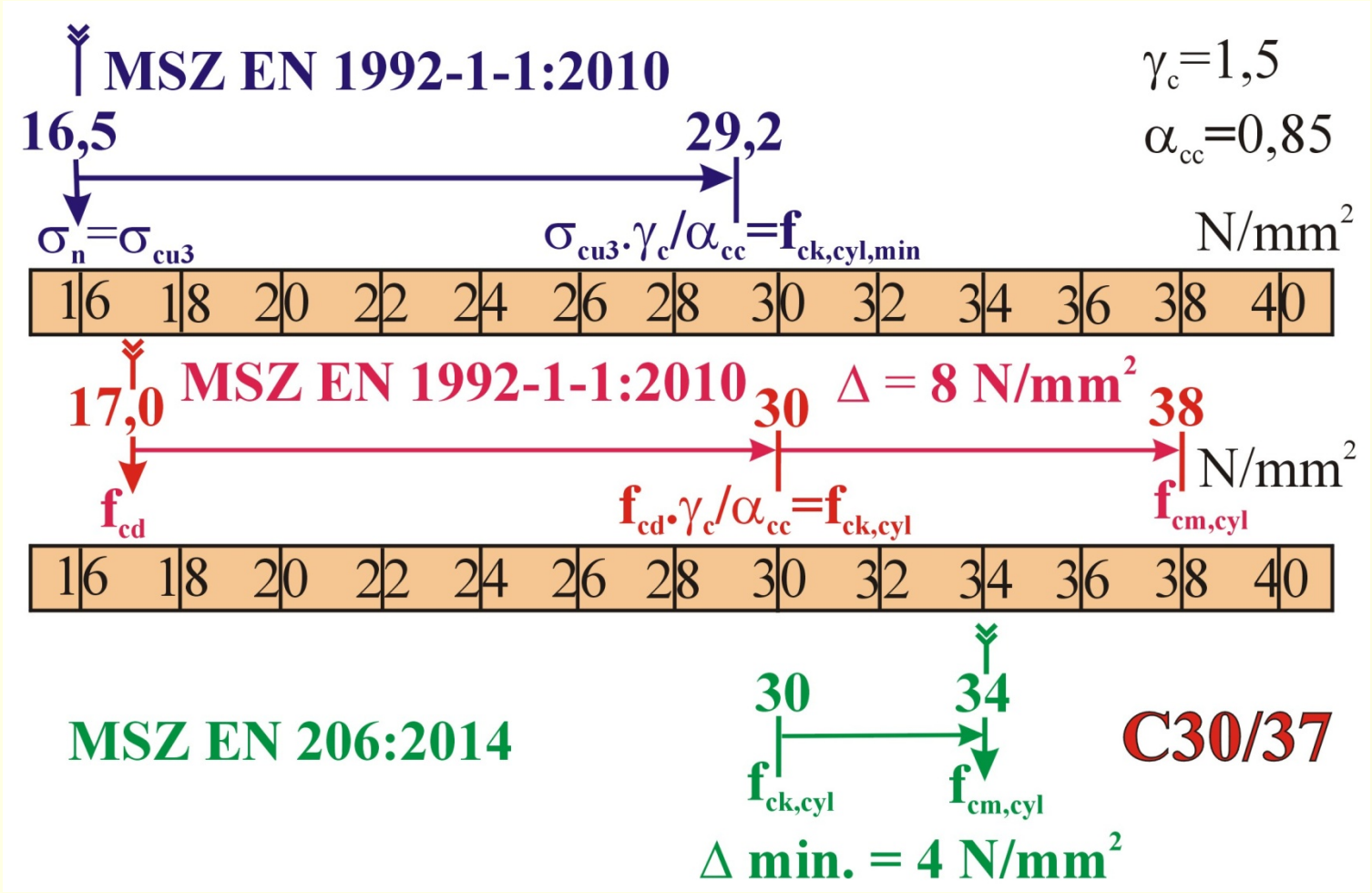
$$f_{cm,test} = f_{ck} + 4\ \mathrm{N/mm^2}$$

MSZ EN 1992-1-1:2010 Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése. 1-1. rész: Általános és épületekre vonatkozó szabályok

3.1. táblázat: A betonok szilárdsági és alakváltozási jellemzői

Betonszilárdsági osztályok															Analitikus összefüggés/magyarázat
f_{ck} [MPa]	12	16	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90	
$f_{ck,cube}$ [MPa]	15	20	25	30	37	45	50	55	60	67	75	85	95	105	
f_{cm} [MPa]	20	24	28	33	38	43	48	53	58	63	68	78	88	98	$f_{cm}=f_{ck}+8$ [MPa]
f_{ctm} [MPa]	1,6	1,9	2,2	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	$f_{ctm}=0,30f_{ck}^{(2/3)} \leq$ C50/60 $f_{ctm}=2,12\times\ln[1+(f_{cm}/10)]$ >C50/60
$f_{ctk,0,05}$ [MPa]	1,1	1,3	1,5	1,8	2,0	2,2	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,2	3,4	3,5	$f_{ctk0,05}=0,7f_{ctm}$ 5%-os kvantilis
$f_{ctk,0,95}$ [MPa]	2,0	2,5	2,9	3,3	3,8	4,2	4,6	4,9	5,3	5,5	5,7	6,0	6,3	6,6	$f_{ctk0,95}=1,3f_{ctm}$ 95%-os kvantilis
E_{cm} [GPa]	27	29	30	31	33	34	35	36	37	38	39	41	42	44	$E_{cm}=22(f_{cm}/10)^{0,3}$ (f_{cm} MPa-ban)
ε_{c1} [‰]	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,25	2,3	2,4	2,45	2,5	2,6	2,7	2,8	2,8	lásd a 3.2. ábrát ε_{c1}[‰]$=0,7f_{cm}^{0,31} \leq 2,8$
ε_{cu1} [‰]	3,5									3,2	3,0	2,8	2,8	2,8	lásd a 3.2. ábrát ha $f_{ck} \geq 50$ MPa: ε_{cu1}[‰]$=2,8+27[(98-f_{cm})/100]^4$
ε_{c2} [‰]	2,0									2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	lásd a 3.3. ábrát ha $f_{ck} \geq 50$ MPa: ε_{c2}[‰]$=2,0+0,085(f_{ck}-50)^{0,53}$
ε_{cu2} [‰]	3,5									3,1	2,9	2,7	2,6	2,6	lásd a 3.3. ábrát ha $f_{ck} \geq 50$ MPa: ε_{cu2}[‰]$=2,6+35[(90-f_{ck})/100]^4$
n	2,0									1,75	1,6	1,45	1,4	1,4	ha $f_{ck} \geq 50$ MPa: $n=1,4+23,4[(90-f_{ck})/100]^4$
ε_{c3} [‰]	1,75									1,8	1,9	2,0	2,2	2,3	lásd a 3.4. ábrát ha $f_{ck} \geq 50$ MPa: ε_{c3}[‰]$=1,75+0,55[(f_{ck}-50)/40]$
ε_{cu3} [‰]	3,5									3,1	2,9	2,7	2,6	2,6	lásd a 3.4. ábrát ha $f_{ck} \geq 50$ MPa: ε_{cu3}[‰]$=2,6+35[(90-f_{ck})/100]^4$

A beton nyomószilárdsága tervezési, jellemző és átlag értékének összevetése a tartós szilárdság figyelembevételével



γ_c a beton σcu3 nyomófeszültségének biztonsági (parciális) tényezője

α_{cc} a beton σcu3 nyomófeszültségének a tartós szilárdság figyelembevételére szolgáló osztója, 100 év tervezési élettartamú szerkezetek esetén α_{cc} = 0,85

σ_{cu} = igénybevételből a betonban ébredő nyomófeszültség

Az MSZ EN 1990:2011 szabvány a D. melléklet szerint értékelendő kísérletek fajtái között a D3. fejezet e) pontjában felsorolja a leszállított termékek azonosításához vagy minőség-ellenőrzéséhez, illetve a gyártási jellemzők egyenletességének vizsgálatához alkalmazott *ellenőrző kísérleteket*, mint például a hídkábelek vagy a betonkockák vizsgálatát.

D3. A kísérletek típusai

(1) Különbséget kell tenni a kísérletek következő típusai között:

a) olyan kísérletek, melyek adott terhelési körülmények esetén közvetlenül megadják a tartószerkezet vagy a tartószerkezeti elem teherbírási vagy használhatósági jellemzőit. Ilyen kísérletek például fárasztóterheléssel vagy ütközési teherrel végezhetők;

b) előírt kísérleti eljárás alkalmazásával egy adott anyagjellemző meghatározására irányuló kísérletek; mint például talajvizsgálat a helyszínen vagy laboratóriumban, vagy új anyagok vizsgálata;

c) a tehermodell vagy az igénybevételek számításához alkalmazott modell paramétereiben lévő bizonytalanság csökkentésére irányuló kísérletek; mint például a szélcsatorna-kísérletek vagy a hullámzásból, ill. áramlásból származó hatások azonosítása;

d) az ellenállás számításához alkalmazott modell paramétereiben lévő bizonytalanság csökkentésére irányuló kísérletek; mint például tartószerkezetrészeken vagy tartószerkezeti elemeken végzett vizsgálatok (például tető- vagy födémszerkezetek esetén);

e) a leszállított termékek azonosításhoz vagy minőség-ellenőrzéséhez, ill. a gyártási jellemzők egyenletességének vizsgálatához alkalmazott ellenőrző kísérletek; mint például hidak kábeleinek vizsgálata vagy betonkocka-vizsgálatok;

Kísérlettel segített (statikai) tervezés során – amikor a szórás számítható – a jellemző (karakterisztikus) érték számításának módszere az MSZ EN 1990:2011 szabványban (D7)

MAGYAR SZABVÁNY MSZ EN 1990

Eurocode: A tartószerkezetek tervezésének alapjai

– Általában az „ismeretlen V_X" sort kell alkalmazni abban az esetben, ha a V_X előzetes adatok alapján még nem ismert, és azt a mintából kell meghatározni a következők szerint:

$$s_x^2 = \frac{1}{n-1}\sum (x_i - m_x)^2$$

$$V_x = s_x / m_x$$

Az anyagtulajdonságok jellemző értékét az MSZ EN 1990:2011 Eurocode) D7. mellékletének ajánlott módszere szerint például az 5 %-os alulmaradási hányaddal kell kiszámítani: $X_k = X_m \times (1 - k_n \times V) = X_m - k_n \times s$, ahol X_m az átlagérték, k_n az alulmaradási tényező, $V = s/X_m$ a variációs tényező (variációs együttható, vagy relatív szórás), s a korrigált tapasztalati szórás.

(3) A γ_m parciális tényezőt általában a kísérleti eredmények alkalmazási területének figyelembevételével kell megválasztani.

A k_n értékek lényegében a *Student*-tényezők:

D1. táblázat: A k_n értékei az 5%-os karakterisztikus érték meghatározásához

n	1	2	3	4	5	6	8	10	20	30	∞
Ismert V_X	2,31	2,01	1,89	1,83	1,80	1,77	1,74	1,72	1,68	1,67	1,64
Ismeretlen V_X	–	–	3,37	2,63	2,33	2,18	2,00	1,92	1,76	1,73	1,64

1. MEGJEGYZÉS: Ez a táblázat normális eloszlás feltételezésével készült.

A gyártó a folyamatos gyártás eredményét az MSZ EN 206:2014 szabvány szerint az

$f_{ck,cube,test} = f_{cm,cube,test} - \lambda \times \sigma_{n,cube}$ **formulával értékeli,**

ahol az alulmaradási tényező: $\lambda = \lambda_{15,Taerwe} = 1{,}48$.

Ez az „alulmaradási formula” (az MSZ EN 206 szabványban kimondatlanul) feltételezi, hogy

1. **a nem megfelelő friss betont nem építjük be, vagy utólag megerősítjük;**
2. **ha a gyártó „kritikusan jó” betont készít,**

akkor azt a feltételrendszer 0,7 körüli valószínűséggel megfelelőnek minősíti.

E feltételezéssel szembeni észrevétel:

1. **a friss beton sorsát nem lehet nyomon követni, és a későbbiekben nem lehet megerősíteni;**
2. **szerkezeteink biztonsága szempontjából több mint méltányolható lenne az olyan módszer alkalmazása, amelyben az átadó és az átvevő kockázata nem 30-70 %, hanem 50-50 %.**

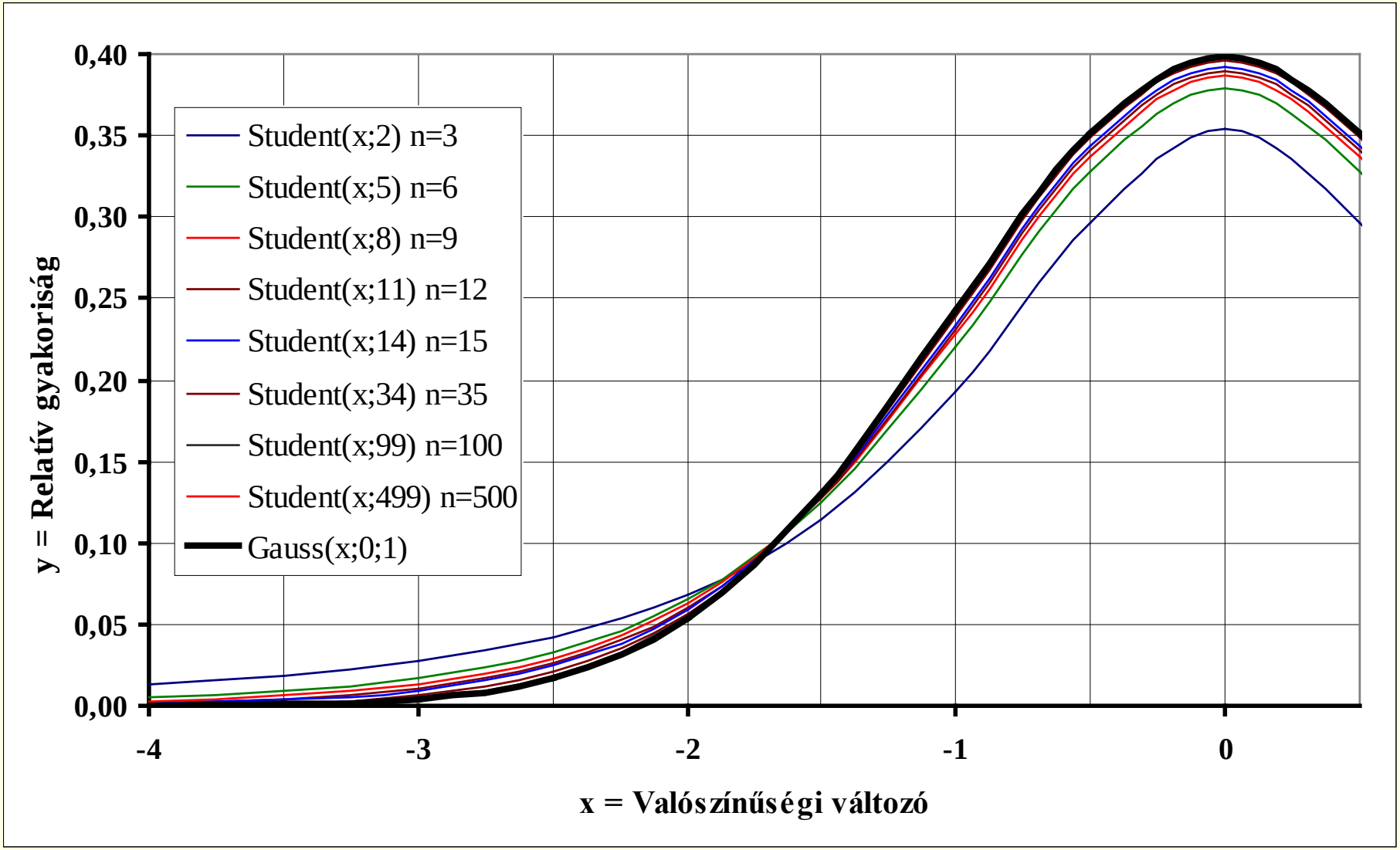
Ezért véleményünk szerint a nyomószilárdság vizsgálati eredmények értékelése során, ha összhangban kívánunk maradni az MSZ EN 1992-1-1:2010 (Eurocode 2) szabvánnyal, akkor a folyamatos gyártás során a *Student*-tényezővel kell (kellene) a jellemző (karakterisztikus) értéket kiszámítani:

$$f_{ck,cube,test} = f_{cm,cube,test} - \lambda_{n,Student} \times s_{n,cube,test}$$

Ha feltételezzük, hogy a vizsgálati eredmények egy általunk nem ismert μ várható értékű és σ szórású *Gauss*-féle normális eloszlást követnek, akkor az eloszlás 5%-os kvantilise az $f_{ck,test} = \mu - 1{,}645 \times \sigma$ formulával számolható.

Ha méréseink korlátozott száma miatt nem ismerjük az eloszlás szórását, akkor a valószínűségi változó ún. n - 1 szabadságfokú *Student*-féle *t*-eloszlást követi, és az 5%-os kvantilis értéke az n mintaszám függvényében a *t*-eloszlás táblázatból vett értékének segítségével becsülhető.

Ha a minták n száma növekszik, akkor a *Student*-féle *t*-eloszlás a *Gauss*-féle normális eloszláshoz, az $f_{cm,test}$ tapasztalati átlag a μ elméleti várható értékhez, az s tapasztalati szórás a σ elméleti szóráshoz tart.


0,40
0,35
0,30
0,25
0,20
0,15
0,10
0,05
0,00
y = Relatív gyakoriság
Student(x;2) n=3
Student(x;5) n=6
Student(x;8) n=9
Student(x;11) n=12
Student(x;14) n=15
Student(x;34) n=35
Student(x;99) n=100
Student(x;499) n=500
Gauss(x;0;1)
-4
-3
-2
-1
0
x = Valószínűségi változó

Alulmaradási tényezők

Mintaszám *n*	Szabadságfok a *Student*-féle eloszlás esetén *n* - 1	*Student*-tényező t_n	*Taerwe*-tényező λ_n
	(*Stange – Henning*, 1966)		(*Taerwe*, 1986)
2	1	6,314	
3	2	2,920	2,67
4	3	2,353	2,20
5	4	2,132	1,99
6	5	2,015	1,87
7	6	1,943	1,77
8	7	1,895	1,72
9	8	1,860	1,67
10	9	1,833	1,62
11	10	1,812	1,58
12	11	1,796	1,55
13	12	1,782	1,52
14	13	1,771	1,50
15	14	1,761	*1,48*
20	19	1,729	
30	29	1,699	
∞	∞	*1,645*	

Mind a *Student*-eloszlás alulmaradási tényezője, mind a *Taerwe*-féle $\lambda_{n=15}$ = 1,48-os érték matematikai statisztikailag korrekt, de — és ez a különbség igazi oka — teljességgel eltérő körülmények között.

Az MSZ EN 206:2014 szabványnak (és elődjének) az a komoly hiányossága, hogy a szabványba csak megfelelőségi feltétel került be, a folyamatos nyomon követés és utólagos javítás kötelezettsége nélkül, ami annyiban érthető, hogy végrehajthatatlan lenne.

Hosser, D. – Gensel, D.: **Kritische Bewertung der Statistik beim Konformitätsnachweis der Betondrickfestikkeit nach prEN 206. TU Braunschweig, IBMB (Inst. F. Baustoffe, Massivbau und Brandschutz) Im Auftrag des Deutschen Beton-Verein E.V. Braunschweig, 1995.**

OC-görbe (Operating characteristic curve)

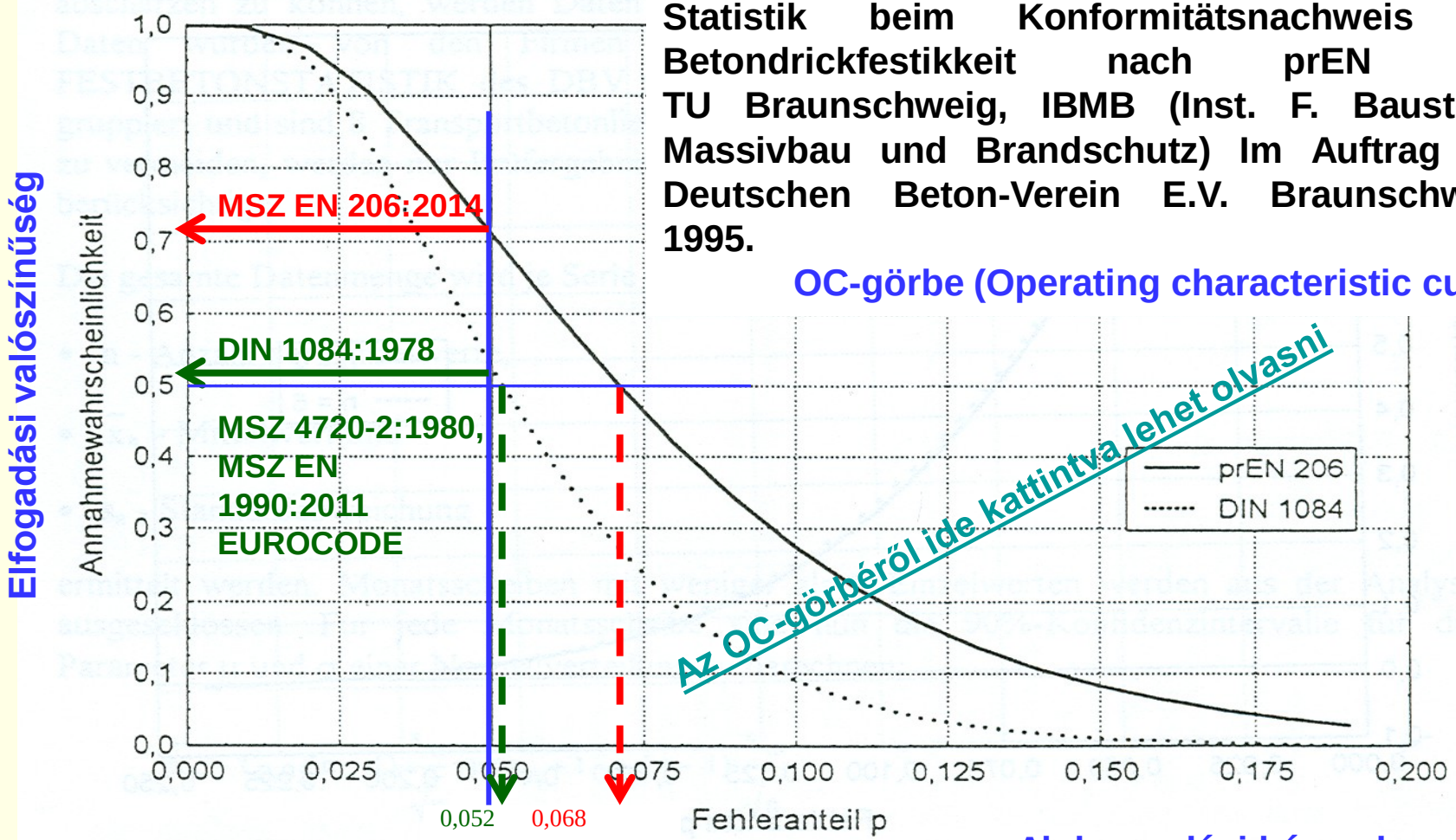


Bild 1: Annahmekennlinien zum Konformitätsnachweis nach prEN 206 und DIN 1084

Elfogadási jelleggörbe (OC-görbe) a megfelelőség igazolásához az EN 206, a DIN 1084 és az MSZ EN 1992-1-1 szabvány szerint

Annex J
(informative)

Deviation to accommodate a notified Spanish Regulation

(1) In the mandatory Spanish Regulation (Instrucción de Hormigón Estructural (in English: Structural Concrete Code), approved 18 July 2008 by Royal Decree 1247/2008), there is the requirement for the consumer risk to be not greater than 50 % where the population in the assessment period has exactly 5 % of all possible results below the characteristic strength. Alteration of this national regulation is outside of the competence of CEN/CENELEC members. For the application of EN 206 in Spain, the national regulation remains valid and Spain is free to use higher coefficients in formulation presented in section 8.2.1.3.2 (method B).

J függelék
(tájékoztatás)

Eltérés egy közzétett spanyol rendelet alkalmazásához

(1) Az „Instrucción de Hormigón Estructural” (Szabályok betonok méretezésére beton tartószerkezetekben) rendelkező spanyol előírás, amelyet 2008. július 18-án a 1247/2008. számú Királyi Rendelettel hagytak jóvá, tartalmazza azt a követelményt, hogy az átvevő kockázata legfeljebb 50%-os lehet, ha az értékelési időszak alatt az összes lehetséges eredmény alapsokaságának 5%-a a jellemző szilárdsági érték alatt van. Ennek a nemzeti szabályozásnak a megváltoztatása nem tartozik a CEN/CENELEC tagok hatáskörébe. Az EN 206 spanyolországi alkalmazása vonatkozásában továbbra is érvényes ez a nemzeti előírás, és ott magasabb együtthatók használata engedélyezett a 8.2.1.3.2. szakasz (B módszer) szerinti számításokban.

Mi a $W_{Ann(0,05)} = 0,5$ szerinti vizsgálati terv?

Ha bevezetjük az adott a *p* alulmaradási hányadú beton elfogadási valószínűségét, $A_{(p)}$-t, — amely azt mondja meg, hogy a *p* alulmaradási hányadú betont milyen valószínűséggel fogjuk elfogadni, — akkor a minőségbiztosítási rendszer $p = 0,05$ alulmaradási hányad esetén a következő elfogadási feltétellel jellemezhető:

$$p \times A_{(p)} \leq 0,05 \times A_{(p)}$$

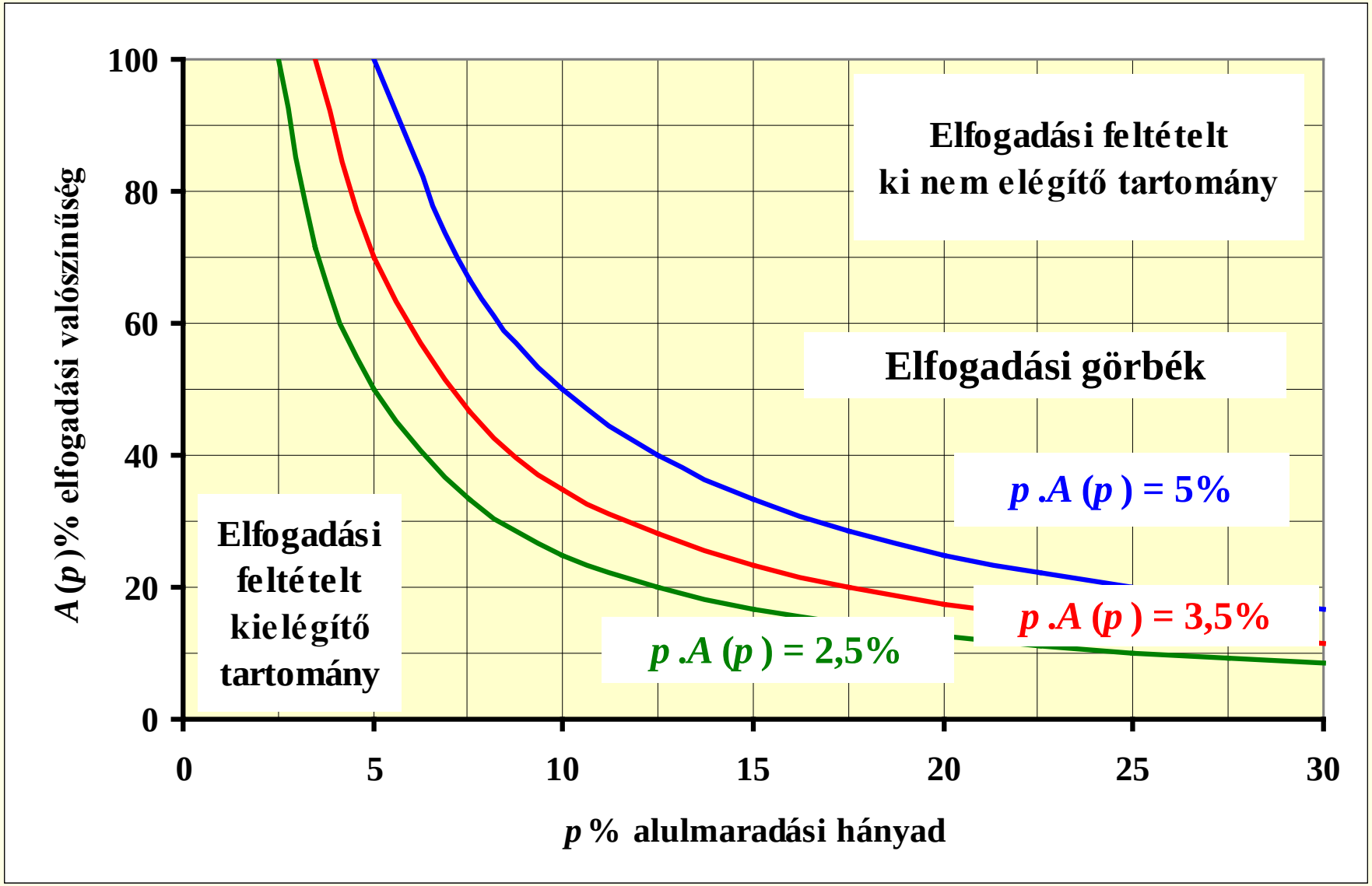
Ha az *elfogadási valószínűség* 50%,

akkor azt így jelöljük: $A_{(p)} = 0,5$,

Németországban pedig így jelölik: $W_{Ann(0,05)} = 0,5$

A beton gyártója számára olyan minőségbiztosítási rendszer lenne a legkedvezőbb, amelyben ha a gyártó éppen „kritikusan jó” betont gyárt (azaz $p = 5\%$), akkor a beton 100% valószínűséggel ($A_{(p)} = 1{,}0$) kerülne elfogadásra.

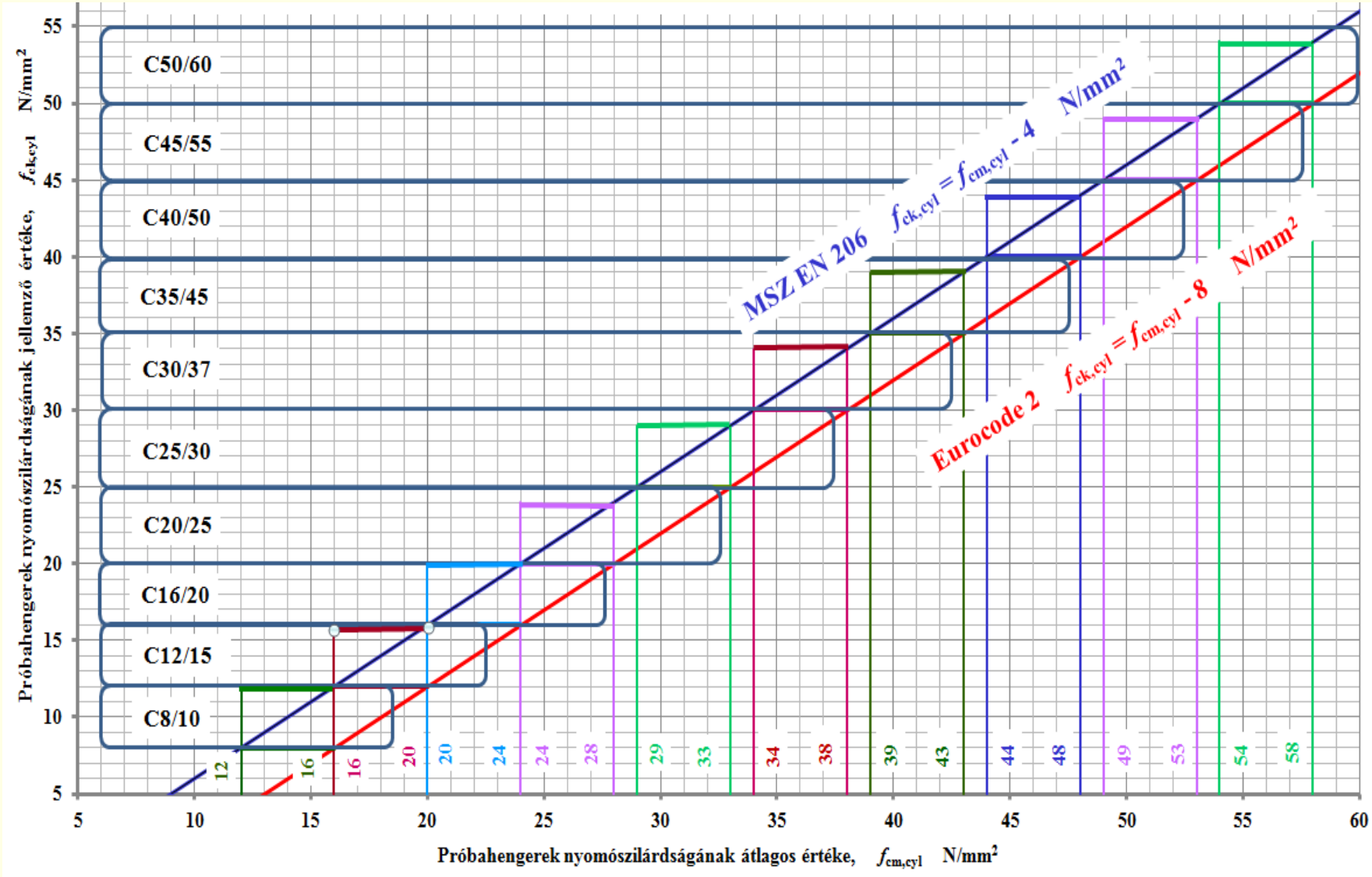
Az ilyen minőségbiztosítási rendszer $p = 0{,}05$ jellemző érték esetén a $p \times A_{(p)} \leq 0{,}05 \times 1{,}0 \rightarrow 5\%$ feltételt teljesíti.



$A_{(p)}$ a p jellemző értékű beton elfogadási valószínűsége. A $p \times A(p)$ elfogadási feltétel értéke:

***Taerwe*-féle eloszlás esetén: $p \times A_{(p)} \leq 0{,}05 \times 0{,}7 = 0{,}035 \rightarrow 3{,}5\%$ (MSZ EN 206:2014)**

***Student*-féle eloszlás esetén: $p \times A_{(p)} \leq 0{,}05 \times 0{,}5 = 0{,}025 \rightarrow 2{,}5\%$ (MSZ EN 1992-1-1:2010)**



Összehasonlítás az Eurocode 2 és az MSZ EN 206 szabvány szerinti nyomószilárdság értékelés eredménye között, ha a betont kezdeti gyártással készítik, és az átadás-átvételi eljárás során

Folyamatos gyártás 70 %-os elfogadási valószínűség mellett

Az MSZ 4798:2016 szabvány szerint, ha folyamatos gyártás során a nyomószilárdságot legalább *n* = 15 darab végig víz alatt tárolt 150 mm élhosszúságú próbakocka, illetve minta alkalmazásával határozzák meg, akkor az $f$cm,cube,test átlag érték elégítse ki a következő feltételt:

$$f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 1{,}48 \times \sigma_{35,cube,test} \qquad \text{N/mm}^2$$

Ha a folyamatos gyártás során a nyomószilárdságot legalább 15 darab vegyesen tárolt 150 mm élhosszúságú próbakocka, illetve ilyenek alkotta minta alkalmazásával határozzák meg, akkor az $f$cm,cube,test,H átlag érték elégítse ki a következő feltételt, ha a nyomószilárdsági osztály ≤ C50/60:

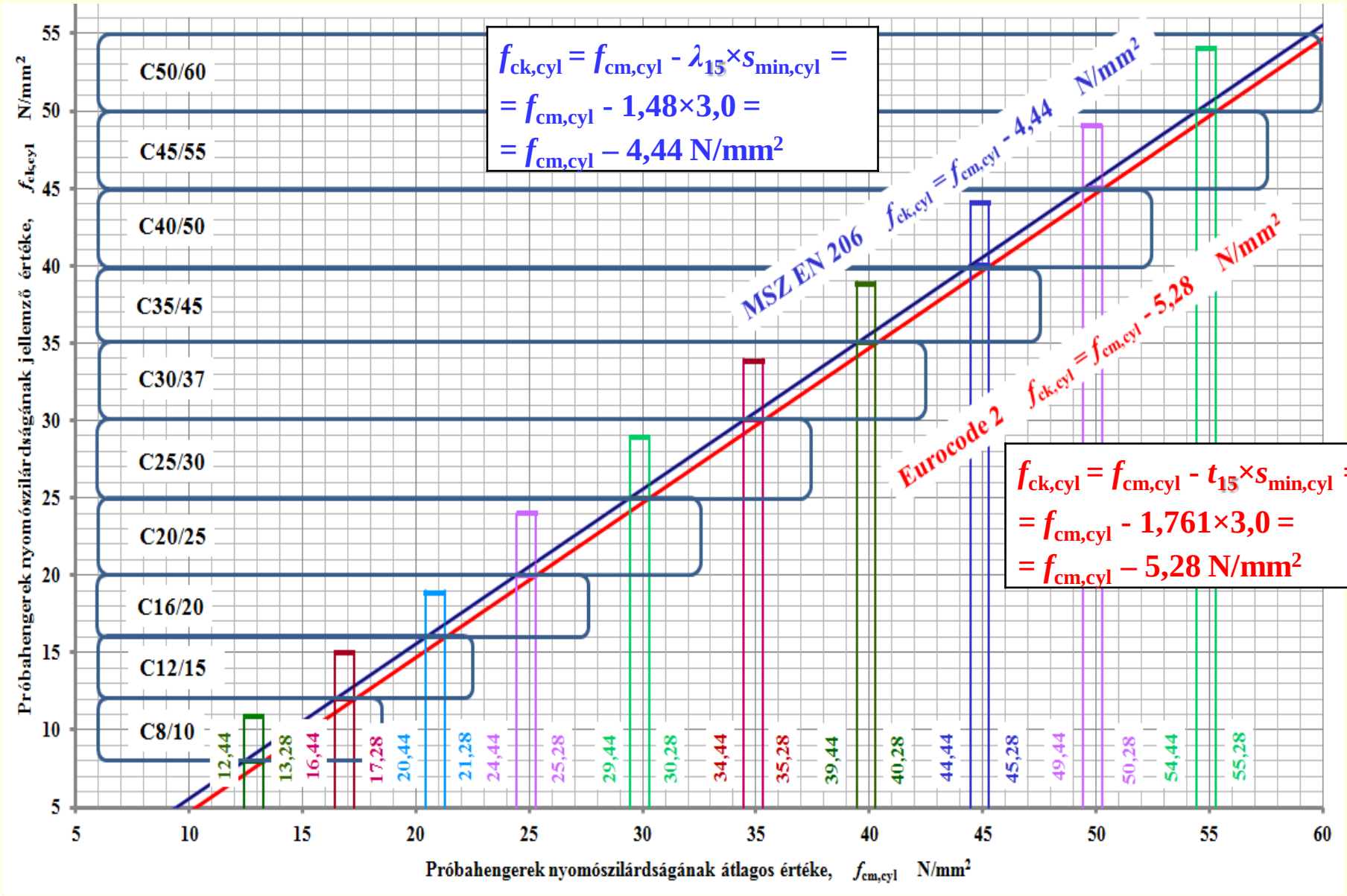
$$f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}92 + 1{,}48 \times \sigma_{35,cube,test,H} \qquad \text{N/mm}^2$$

és ha a nyomószilárdsági osztály ≥ C55/67 (nagyszilárdságú beton), akkor a következő feltételt:

$$f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}95 + 1{,}48 \times \sigma_{35,cube,test,H} \qquad \text{N/mm}^2$$

Ha a $\sigma_{35,cube,test}$, illetve $\sigma_{35,cube,test,H}$ szórás a kezdeti gyártásból nem ismert, akkor ezek helyett a minta $s_{cube,test}$, illetve $s_{cube,test,H}$ szórásával kell számolni (ún. „D" módszer).

Abban az esetben, ha *n* < 15, akkor az alulmaradási tényező 1,48 helyett a próbakockák, illetve minták *n* számának függvényét képező λ_n (*Taerwe*-tényező).



Összehasonlítás az Eurocode 2 és az MSZ EN 206 szabvány szerinti nyomószilárdság értékelés eredménye között, ha a betont folyamatos gyártással készítik

Nyomószilárdság értékelési rendje az MSZ 4798:2016 szabvány szerint

Nyomószilárdság szerinti megfelelőség értékelése			
a **kezdeti gyártást megelőző** időszakban végzett **típusvizsgálat** eredménye alapján	a **kezdeti gyártás** időszakában végzett **gyártásközi ellenőrzés** eredménye alapján Megfelelőségi feltétel a kezdeti gyártás során	a **folyamatos gyártás** időszakában végzett **gyártásközi ellenőrzés** eredménye alapján Megfelelőségi feltétel a folyamatos gyártás során	az **átadás-átvételi** eljárás során **a gyártási időszaktól függetlenül**
Megfelelőség értékelés résztvevői			
Típusvizsgálat értékelése, felügyelete és tanúsítása : Gyártó Felügyelő (tanúsító) szervezet Vizsgáló laboratórium	Gyártásközi ellenőrzés értékelése, felügyelete és tanúsítása : Gyártó Felügyelő (tanúsító) szervezet Vizsgáló laboratórium	Gyártásközi ellenőrzés értékelése, felügyelete és tanúsítása : Gyártó Felügyelő (tanúsító) szervezet Vizsgáló laboratórium	Átadás-átvételi eljárás során: Gyártó Vevő Vizsgáló laboratórium
A 150 mm élhosszúságú, 28 napos korú próbakockák, illetve ilyenek alkotta minták átlagos nyomószilárdságának ($f_{cm,cube,test}$, $f_{cm,cube,test,H}$) megfelelősége, N/mm^2			
Lásd a következő táblázatot			

Lásd a következő diákat

Nyomószilárdság értékelési rendje az MSZ 4798:2016 szabvány szerint, ha az elfogadási valószínűség p = 0,05 alulmaradási hányad esetén $A(0,05)\%$ = 70%

Nyomószilárdság szerinti megfelelőség értékelése			
a **kezdeti gyártást megelőző** időszakban végzett **típusvizsgálat** eredménye alapján	a **kezdeti gyártás** időszakában végzett **gyártásközi ellenőrzés** eredménye alapján Megfelelőségi feltétel a kezdeti gyártás során	a **folyamatos gyártás** időszakában végzett **gyártásközi ellenőrzés** eredménye alapján Megfelelőségi feltétel a folyamatos gyártás során	az **átadás-átvételi** eljárás során **a gyártási időszaktól függetlenül**
A 150 mm élhosszúságú, 28 napos korú próbakockák, illetve ilyenek alkotta minták átlagos nyomószilárdságának ($f_{cm,cube,test}$, $f_{cm,cube,test,H}$) megfelelősége, N/mm²			
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 6,0$ **≤ C50/60** $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 6,5$ **≥ C55/67** $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 8,0$ **≥ C55/67** $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 8,5$	**≤ C50/60** $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 6,0$ **≤ C50/60** $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 6,5$ **≥ C55/67** $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 8,0$ **≥ C55/67** $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 8,5$	**≤ C50/60 és ≥ C55/67** $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 1,48 \times \sigma_{cube,test}$ **≤ C50/60** $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 1,48 \times \sigma_{cube,test,H}$ **≥ C55/67** $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 1,48 \times \sigma_{cube,test,H}$ **ha n < 15, akkor 1,48 helyett λ_n írandó**, és ahol λ_n a *Taerwe*-tényező és $\sigma_{cube,test} \rightarrow s_{cube,test}$ stb.	**≤ C50/60** $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 4,0$ **≤ C50/60** $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 4,5$ **≥ C55/67** $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 6,0$ **≥ C55/67** $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 6,5$

Az elfogadási (átvételi) valószínűség
p = 0,05 alulmaradási hányad esetén $L(0,05)\% = 70\%$

Folytatni kell a típusvizsgálatot

Nem

A vizsgálati eredmény kielégíti a feltételt?

Igen

Típusvizsgálat (*A5. melléklet*) ① ❶

≤ C50/60 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 6,0$
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 6,5$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 8,0$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 8,5$

Kezdeti gyártás (8.2.1.3. *"A" módszer*) ②

≤ C50/60 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 6,0$
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 6,5$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 8,0$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 8,5$

A vizsgálati eredmény kielégíti a feltételt?

Igen

Folyamatos gyártás (8.2.1.3. *"B" módszer*) ③

$f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 1,48 \times \sigma_{cube,test}$
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 1,48 \times \sigma_{cube,test,H}$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 1,48 \times \sigma_{cube,test,H}$
ha $n < 15$, akkor 1,48 helyett λ_n írandó

A vizsgálati eredmény kielégíti a feltételt?

Igen

Nem

A típusvizsgálat feltételeit kielégítő betonösszetétel alkalmazásával kell a folyamatos gyártást végezni, és a 8.2.1.3. "D" módszer szerint kell a nyomószilárdság megfelelőségét ellenőrizni.

Folyamatos gyártás (8.2.1.3. *"D" módszer*) ❷

$f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 1,48 \times s_{cube,test}$
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 1,48 \times s_{cube,test,H}$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 1,48 \times s_{cube,test,H}$
ha $n < 15$, akkor 1,48 helyett λ_n írandó

A vizsgálati eredmény kielégíti a feltételt?

Igen

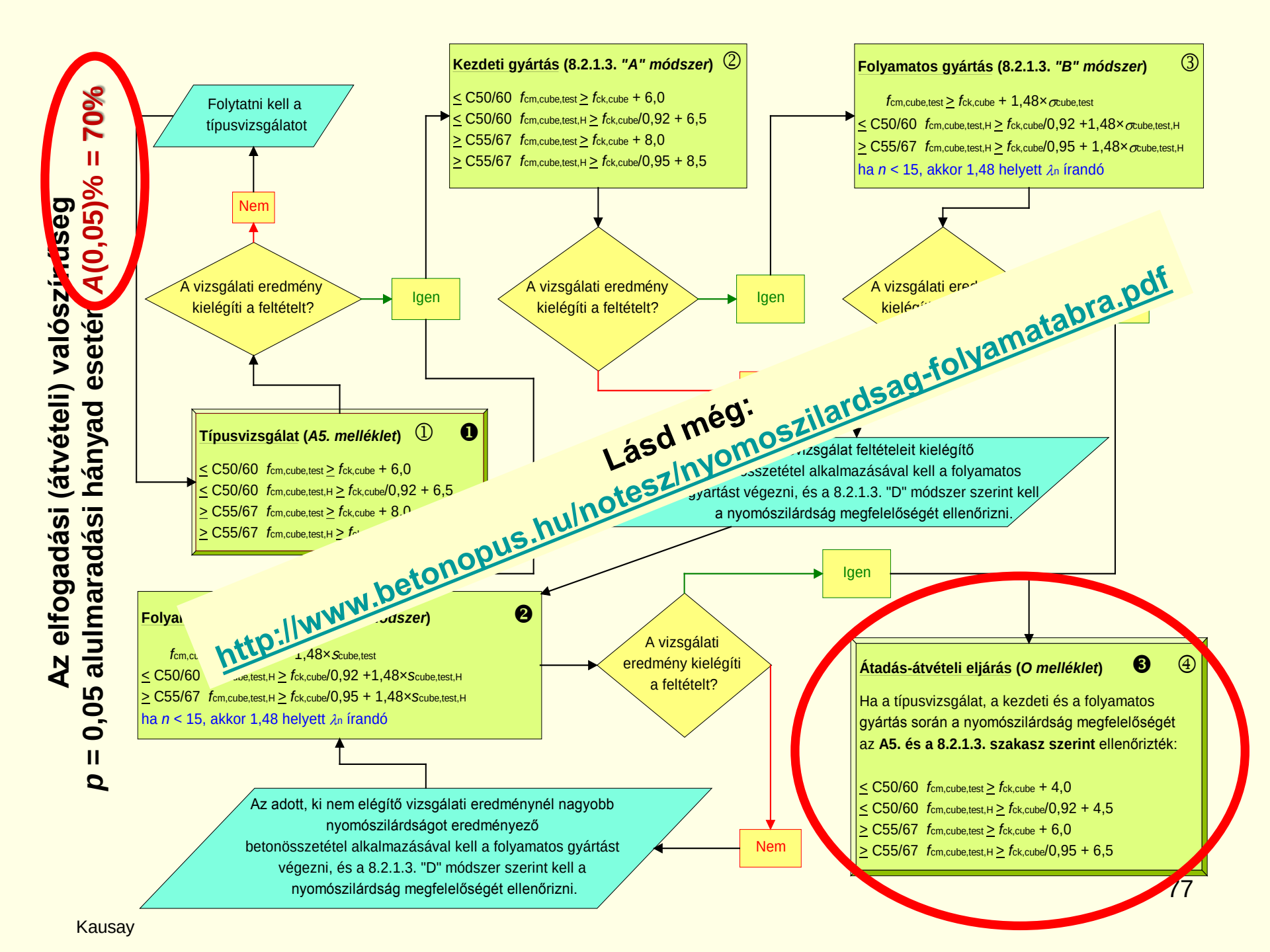
Átadás-átvételi eljárás (*O melléklet*) ❸ ④

Ha a típusvizsgálat, a kezdeti és a folyamatos gyártás során a nyomószilárdság megfelelőségét az **A5. és a 8.2.1.3. szakasz szerint** ellenőrizték:

≤ C50/60 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 4,0$
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 4,5$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 6,0$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 6,5$

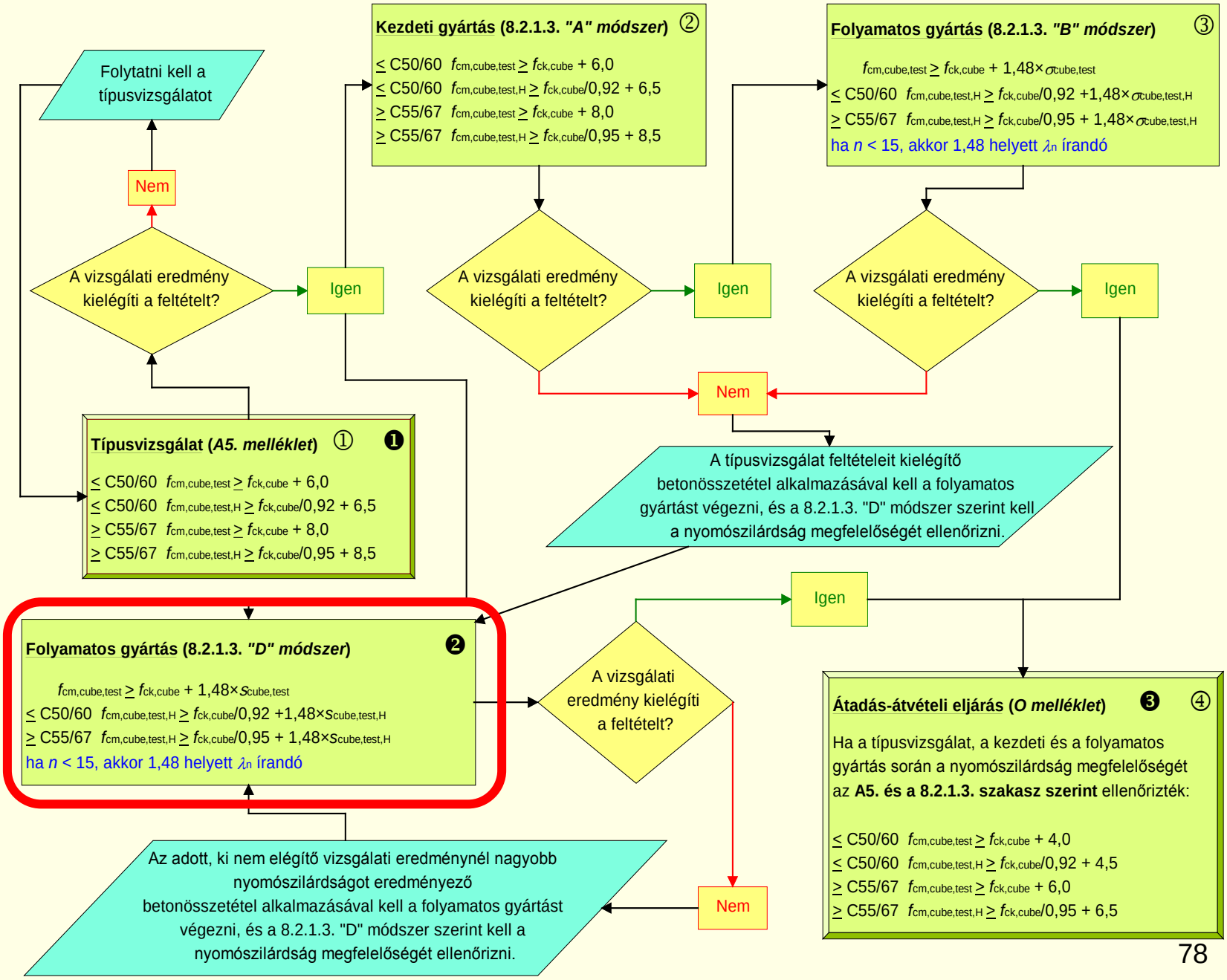
Nem

Az adott, ki nem elégítő vizsgálati eredménynél nagyobb nyomószilárdságot eredményező betonösszetétel alkalmazásával kell a folyamatos gyártást végezni, és a 8.2.1.3. "D" módszer szerint kell a nyomószilárdság megfelelőségét ellenőrizni.


Az elfogadási (átvételi) valószínűség
p = 0,05 alulmaradási hányad esetén A(0,05)% = 70%
Folytatni kell a típusvizsgálatot
Nem
A vizsgálati eredmény kielégíti a feltételt?
Igen
Típusvizsgálat (A5. melléklet) ① ❶
≤ C50/60 fcm,cube,test ≥ fck,cube + 6,0
≤ C50/60 fcm,cube,test,H ≥ fck,cube/0,92 + 6,5
≥ C55/67 fcm,cube,test ≥ fck,cube + 8,0
≥ C55/67 fcm,cube,test,H ≥ fck,cube/0,95 + 8,5
Kezdeti gyártás (8.2.1.3. "A" módszer) ②
≤ C50/60 fcm,cube,test ≥ fck,cube + 6,0
≤ C50/60 fcm,cube,test,H ≥ fck,cube/0,92 + 6,5
≥ C55/67 fcm,cube,test ≥ fck,cube + 8,0
≥ C55/67 fcm,cube,test,H ≥ fck,cube/0,95 + 8,5
A vizsgálati eredmény kielégíti a feltételt?
Igen
Folyamatos gyártás (8.2.1.3. "B" módszer) ③
fcm,cube,test ≥ fck,cube + 1,48×σcube,test
≤ C50/60 fcm,cube,test,H ≥ fck,cube/0,92 +1,48×σcube,test,H
≥ C55/67 fcm,cube,test,H ≥ fck,cube/0,95 + 1,48×σcube,test,H
ha n < 15, akkor 1,48 helyett λn írandó
A vizsgálati
Igen
Lásd még:
http://www.betonopus.hu/notesz/nyomoszilardsag-folyamatabra.pdf
vizsgálat feltételeit kielégítő
összetétel alkalmazásával kell a folyamatos
gyártást végezni, és a 8.2.1.3. "D" módszer szerint kell
a nyomószilárdság megfelelőségét ellenőrizni.
Folya
❷
fcm,cu
1,48×scube,test
≤ C50/60
cube,test,H ≥ fck,cube/0,92 +1,48×scube,test,H
≥ C55/67 fcm,cube,test,H ≥ fck,cube/0,95 + 1,48×scube,test,H
ha n < 15, akkor 1,48 helyett λn írandó
A vizsgálati eredmény kielégíti a feltételt?
Igen
Átadás-átvételi eljárás (O melléklet) ❸ ④
Ha a típusvizsgálat, a kezdeti és a folyamatos gyártás során a nyomószilárdság megfelelőségét az A5. és a 8.2.1.3. szakasz szerint ellenőrizték:
≤ C50/60 fcm,cube,test ≥ fck,cube + 4,0
≤ C50/60 fcm,cube,test,H ≥ fck,cube/0,92 + 4,5
≥ C55/67 fcm,cube,test ≥ fck,cube + 6,0
≥ C55/67 fcm,cube,test,H ≥ fck,cube/0,95 + 6,5
Nem
Az adott, ki nem elégítő vizsgálati eredménynél nagyobb nyomószilárdságot eredményező betonösszetétel alkalmazásával kell a folyamatos gyártást végezni, és a 8.2.1.3. "D" módszer szerint kell a nyomószilárdság megfelelőségét ellenőrizni.

Kausay

Az elfogadási (átvételi) valószínűség
p = 0,05 alulmaradási hányad esetén $A(0,05)\%$ = 70%



Kausay

***D módszer:* Folyamatos gyártás a típusvizsgálat eredménye alapján**

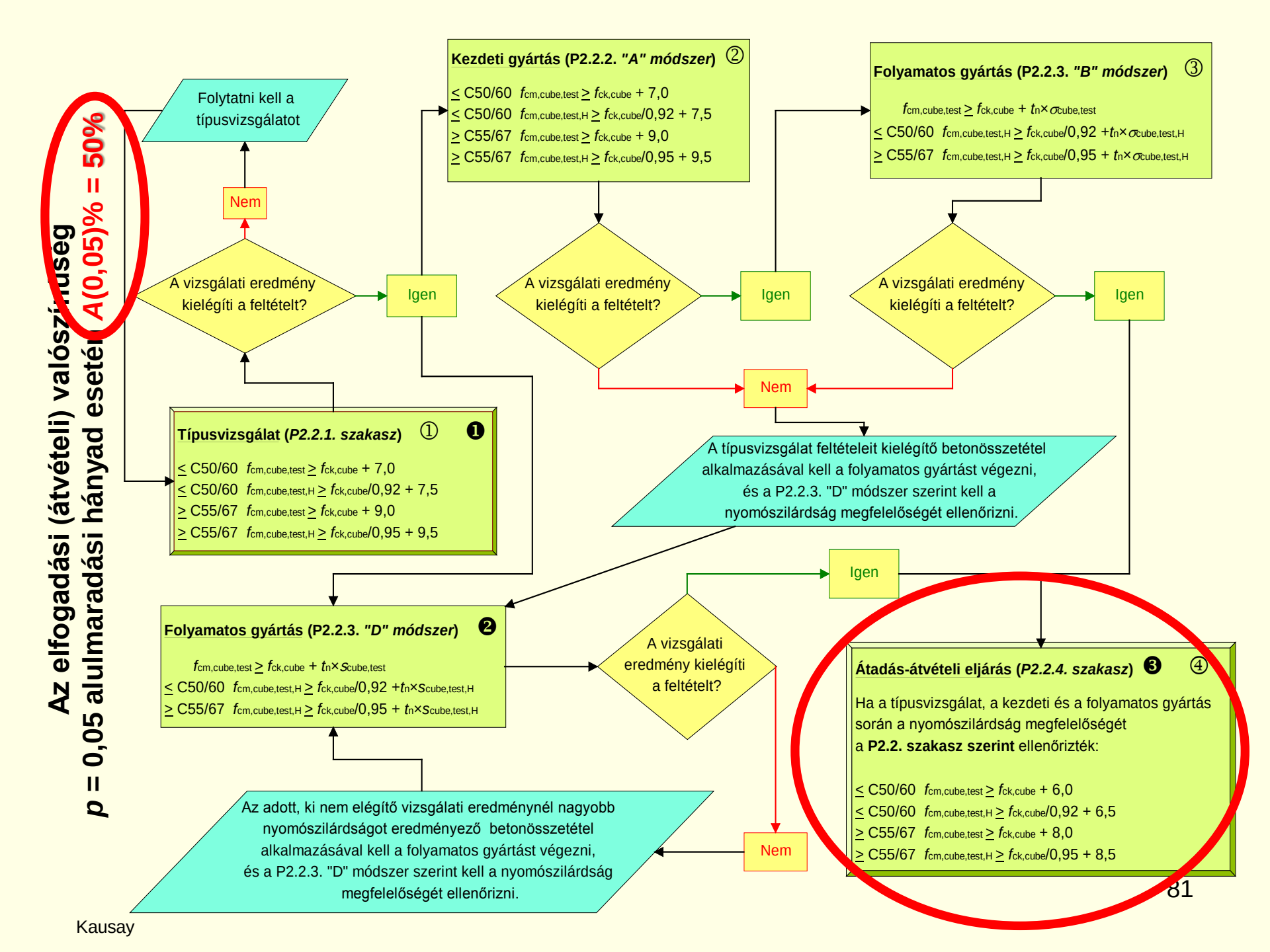
Az MSZ 4798:2016 szabvány 8.2.1.3.2. szakasza szerint a típusvizsgálat feltételeit kielégítő betonösszetétellel folyamatos gyártást lehet végezni, azaz a kezdeti gyártást át szabad ugrani, ki szabad hagyni.

A D módszer akkor alkalmazható, ha a kezdeti gyártás során 35 egymás utáni vizsgálati eredmény nem érhető el, és ezért egyrészt a kezdeti gyártásból a folyamatos gyártás eredményének értékeléséhez szükséges $\sigma_{35,cube,test}$, illetve $\sigma_{35,cube,test,H}$ szórást nem lehet meghatározni, és így a folyamatos gyártás nem kezdhető meg.

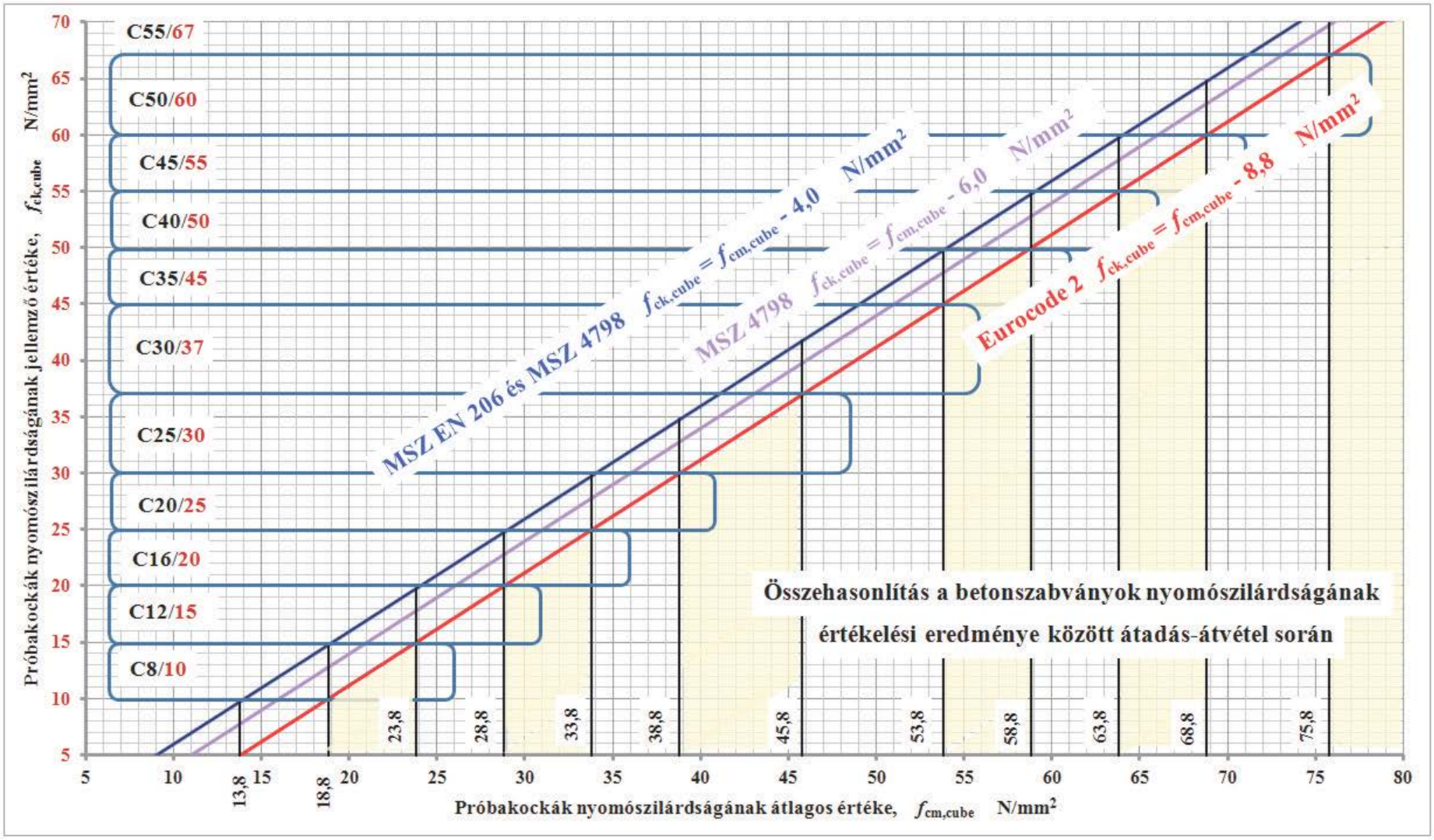
A D módszer alkalmazása során minden minta esetén meg kell határozni a minta saját $s_{cube,test}$, illetve $s_{cube,test,H}$ szórását, és ezzel kell a tapasztalati jellemző értéket ($f_{ck,cube,test}$, illetve $f_{ck,cube,test,H}$) kiszámítani.

Nyomószilárdság értékelési rendje az MSZ 4798:2016 szabvány szerint, ha az elfogadási valószínűség p = 0,05 alulmaradási hányad esetén $A(0,05)\%$ = 50%

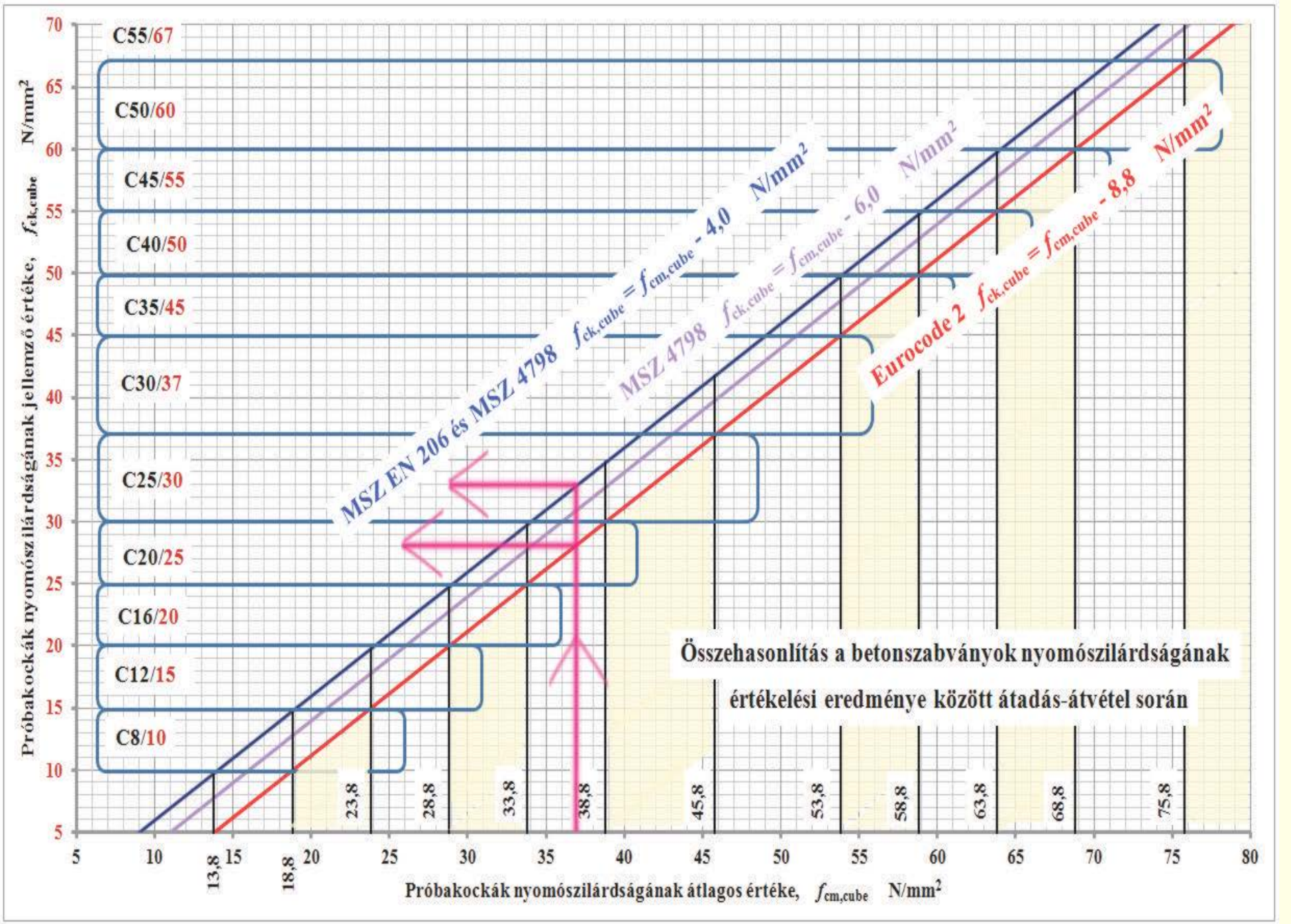
Nyomószilárdság szerinti megfelelőség értékelése			
a **kezdeti gyártást megelőző** időszakban végzett **típusvizsgálat** eredménye alapján	a **kezdeti gyártás** időszakában végzett **gyártásközi ellenőrzés** eredménye alapján Megfelelőségi feltétel a kezdeti gyártás során	a **folyamatos gyártás** időszakában végzett **gyártásközi ellenőrzés** eredménye alapján Megfelelőségi feltétel a folyamatos gyártás során	az **átadás-átvételi** eljárás során **a gyártási időszaktól függetlenül**
A 150 mm élhosszúságú, 28 napos korú próbakockák, illetve ilyenek alkotta minták átlagos nyomószilárdságának ($f_{cm,cube,test}$, $f_{cm,cube,test,H}$) megfelelősége, N/mm²			
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 7,0$ ≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 7,5$ ≥ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 9,0$ ≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 9,5$	≤ C50/60 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 7,0$ ≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 7,5$ ≥ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 9,0$ ≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 9,5$	≤ C50/60 és ≥ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + t_n \times \sigma_{cube,test}$ ≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + t_n \times \sigma_{cube,test,H}$ ≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + t_n \times \sigma_{cube,test,H}$ ahol t_n a *Student*-tényező és $\sigma_{cube,test} \rightarrow s_{cube,test}$ stb.	≤ C50/60 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 6,0$ ≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 6,5$ ≥ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 8,0$ ≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 8,5$

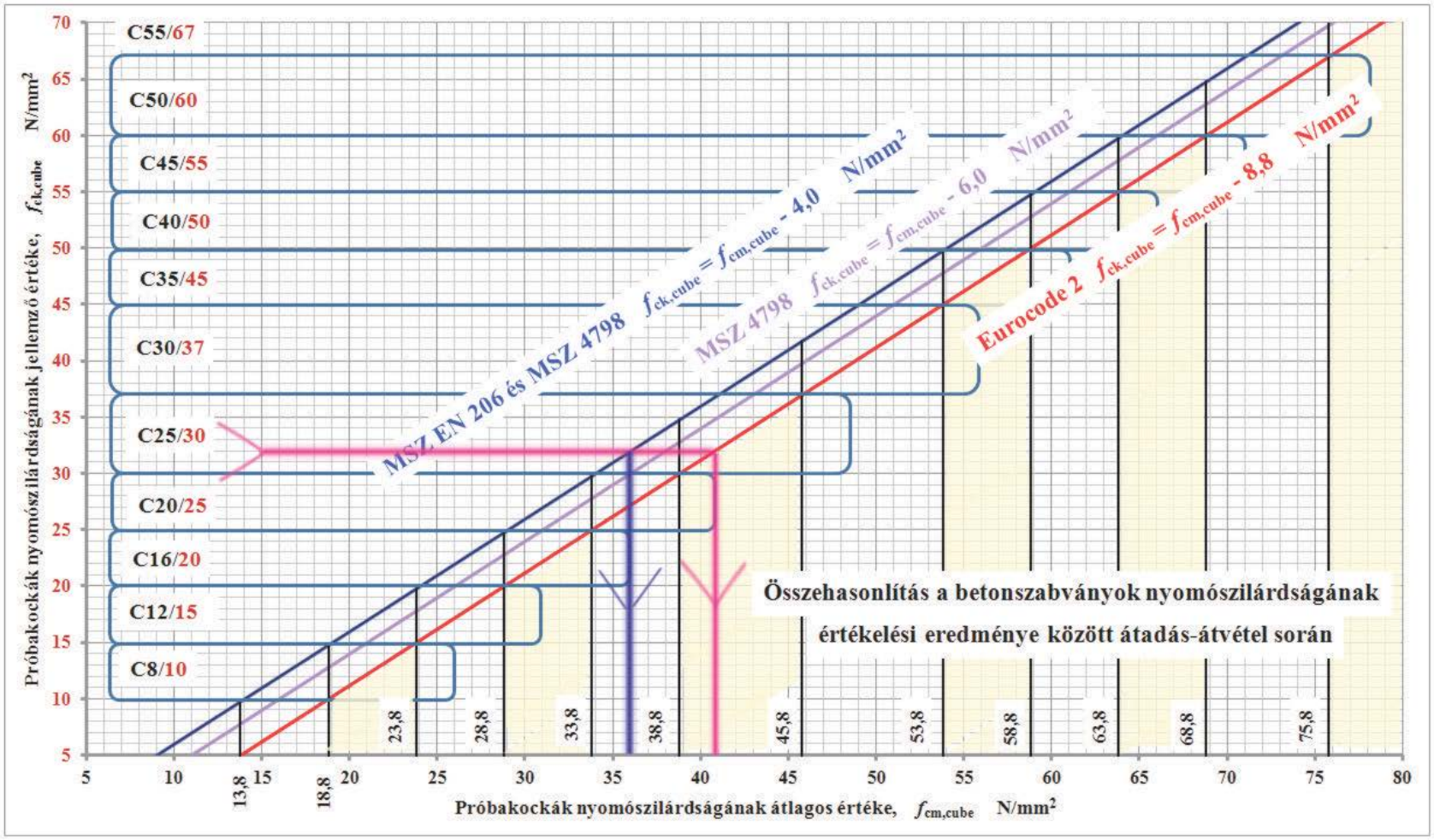

Az elfogadási (átvételi) valószínűség
p = 0,05 alulmaradási hányad esetén A(0,05)% = 50%
Folytatni kell a típusvizsgálatot
Nem
A vizsgálati eredmény kielégíti a feltételt?
Igen
Típusvizsgálat (P2.2.1. szakasz) ① ❶
≤ C50/60 fcm,cube,test ≥ fck,cube + 7,0
≤ C50/60 fcm,cube,test,H ≥ fck,cube/0,92 + 7,5
≥ C55/67 fcm,cube,test ≥ fck,cube + 9,0
≥ C55/67 fcm,cube,test,H ≥ fck,cube/0,95 + 9,5
Kezdeti gyártás (P2.2.2. "A" módszer) ②
≤ C50/60 fcm,cube,test ≥ fck,cube + 7,0
≤ C50/60 fcm,cube,test,H ≥ fck,cube/0,92 + 7,5
≥ C55/67 fcm,cube,test ≥ fck,cube + 9,0
≥ C55/67 fcm,cube,test,H ≥ fck,cube/0,95 + 9,5
Folyamatos gyártás (P2.2.3. "B" módszer) ③
fcm,cube,test ≥ fck,cube + tn×σcube,test
≤ C50/60 fcm,cube,test,H ≥ fck,cube/0,92 +tn×σcube,test,H
≥ C55/67 fcm,cube,test,H ≥ fck,cube/0,95 + tn×σcube,test,H
A típusvizsgálat feltételeit kielégítő betonösszetétel alkalmazásával kell a folyamatos gyártást végezni, és a P2.2.3. "D" módszer szerint kell a nyomószilárdság megfelelőségét ellenőrizni.
Folyamatos gyártás (P2.2.3. "D" módszer) ❷
fcm,cube,test ≥ fck,cube + tn×scube,test
≤ C50/60 fcm,cube,test,H ≥ fck,cube/0,92 +tn×scube,test,H
≥ C55/67 fcm,cube,test,H ≥ fck,cube/0,95 + tn×scube,test,H
A vizsgálati eredmény kielégíti a feltételt?
Az adott, ki nem elégítő vizsgálati eredménynél nagyobb nyomószilárdságot eredményező betonösszetétel alkalmazásával kell a folyamatos gyártást végezni, és a P2.2.3. "D" módszer szerint kell a nyomószilárdság megfelelőségét ellenőrizni.
Átadás-átvételi eljárás (P2.2.4. szakasz) ❸ ④
Ha a típusvizsgálat, a kezdeti és a folyamatos gyártás során a nyomószilárdság megfelelőségét a P2.2. szakasz szerint ellenőrizték:
≤ C50/60 fcm,cube,test ≥ fck,cube + 6,0
≤ C50/60 fcm,cube,test,H ≥ fck,cube/0,92 + 6,5
≥ C55/67 fcm,cube,test ≥ fck,cube + 8,0
≥ C55/67 fcm,cube,test,H ≥ fck,cube/0,95 + 8,5

Kausay



Megállapítás: A betonszabványok sajnos nem akadályozzák meg, hogy a forgalmazott transzportbeton nyomószilárdsági osztálya nagyobb legyen, mint a beton átlagos nyomószilárdságához tartozó, Eurocode szerinti nyomószilárdsági osztály. Például:


C55/67
C50/60
C45/55
C40/50
C35/45
C30/37
C25/30
C20/25
C16/20
C12/15
C8/10
MSZ EN 206 és MSZ 4798 $f_{ck,cube} = f_{cm,cube} - 4,0$ N/mm²
MSZ 4798 $f_{ck,cube} = f_{cm,cube} - 6,0$ N/mm²
Eurocode 2 $f_{ck,cube} = f_{cm,cube} - 8,8$ N/mm²
Összehasonlítás a betonszabványok nyomószilárdságának értékelési eredménye között átadás-átvétel során
Próbakockák nyomószilárdságának jellemző értéke, $f_{ck,cube}$ N/mm²
Próbakockák nyomószilárdságának átlagos értéke, $f_{cm,cube}$ N/mm²
5 10 13,8 15 18,8 20 23,8 25 28,8 30 33,8 35 38,8 40 45 45,8 50 53,8 55 58,8 60 63,8 65 68,8 70 75,8 75 80
5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70



A beton összetételét az átlagos nyomószilárdság alapján tervezik.
Így az EN 206 szerint és az MSZ 4798:2016 szabvány szerint megfelelő betonnak kisebb lehet az átlagos nyomószilárdsága, ezért nagyobb lehet a víz-cement tényezője, kisebb lehet a cementtartalma stb., mint az Eurocode szerint megfelelő betonnak.
Más szóval nem kizárt, hogy az EN 206 és az MSZ 4798:2016 szerint megfelelő beton cementköve az ugyan olyan jelű, de az Eurocode szerint megfelelő betonénál porózusabb, kisebb szilárdságú, azaz gyengébb minőségű.

Kik az EN 206 betonszabvány szilárdság-értékelési módszerének kárvallottjai?

Kárvallottak:

- **a tervező statikus mérnökök, mert a szerkezeteik olyan betonból készülhetnek, amelyek szilárdsága és tartóssága kisebb, mint amelyet a méretezési modell feltételez;**
- **a cementgyárak, mert kisebb a cement felhasználás;**
- **a beruházó és a társadalom, mert a meg nem felelő beton átvételének valószínűsége nagyobb, a szerkezet biztonsági tartaléka kisebb, a szerkezet hamarabb felújításra szorul, tehát az olcsón épített szerkezet, amely rövid távon gazdaságnak tűnt, hosszú távon drágává válik.**

És kik a szisztéma haszonélvezői?

Haszonélvezői azok a transzportbetongyárak, amelyek a kisebb átlagszilárdságú, olcsóbb betonjuk révén az árversenyből győztesen kerülnek ki, és ezáltal jutnak megrendeléshez.

Példa a beton jelére 50 %-os elfogadási valószínűség esetén

Annak a C40/50 nyomószilárdsági osztályú (szokványos) betonnak a jele, amelyből esőtől védett helyen álló feszített vasbeton gerenda készül (környezeti osztály: XC3), névleges legnagyobb szemnagysága D_{max} = 24 mm, konzisztenciája képlékeny és terülési mértéke 420–480 mm közé esik, konzisztencia osztálya F3, megengedett kloridtartalma a cement tömegszázalékában kifejezve 0,10 tömegszázalék, CEM I 52,5 szilárdsági osztályú portlandcementtel készül, tervezési élettartama 100 év, a következő:

C40/50 – AC_{50}(H) – XC3 – 24 – F3 – Cl 0,10 – CEM I 52,5 – 100 év – MSZ 4798

AC → Acceptante characteristic curve = elfogadási jelleggörbe

Visszatérve a szórás kérdésére: Az MSZ 4798:2016 szabványban adott tárolási módón belül a Ø150×300 mm méretű próbahengereken és a 150 mm élhosszúságú próbakockákon, illetve ilyenek alkotta mintákon mért nyomószilárdságok számításba vehető legkisebb szórásának értéke ($s_{cyl,test,min}$, illetve $s_{cube,test,min}$) között nem teszünk különbséget.

A **tapasztalati szórásnak** ($\sigma_{cube,test}$; $s_{cube,test,H}$) az alulmaradási tágasságban számításba vehető legkisebb értéke, **az elfogadási valószínűségtől függetlenül:**

végig víz alatt tárolt próbakockák esetén:

ha a nyomószilárdsági osztály ≤ C50/60, akkor:

$s_{test,min} \sim \sigma_{test} = 3{,}0\ N/mm^2$

ha a nyomószilárdsági osztály ≥ C55/67 (nagyszilárdságú beton), akkor

$s_{test,min} \sim \sigma_{test} = 5{,}0\ N/mm^2$

vegyesen tárolt próbakockák esetén:

ha a nyomószilárdsági osztály ≤ C50/60, akkor:

$s_{test,min} \sim \sigma_{test} = 3{,}3\ N/mm^2$

ha a nyomószilárdsági osztály ≥ C55/67 (nagyszilárdságú beton), akkor

$s_{test,min} \sim \sigma_{test} = 5{,}3\ N/mm^2$

Az MSZ EN 206:2014 szabvány 8.2.1.2 szakasz (4) bekezdése szerint, ha a nyomószilárdság vizsgálati eredmények terjedelme nagyobb, mint az átlag 15%-a (EN 206:2013 → „the range of the test values is more than 15 % of the mean”; Vorschlag ÖNORM B 4710-1:2014 → „die Spannweite der Prüfwerte mehr als 15 % des Mittelwertes beträgt”), akkor azokat értékelni nem szabad, hacsak vizsgálat nem deríti ki az egyik egyedi vizsgálati érték elvetését igazoló elfogadható okot.

Ez egy nagyon szigorú előírás! Nincs itt félreértés? Helyes-e az előírást a terjedelemre érteni, nem az eltérésről van szó?

FOGALOM:

Die Spannweite (englisch *range*) ist das einfachste Streuungsmaß (szórásjellemző) in der Statistik, und berechnet sich als Distanz zwischen dem größten und dem kleinsten Messwert:

$$R = x_{max} - x_{min}$$

Nincs félreértés, a terjedelemről van szó!

Az MSZ 4798:2016 szabvány ezért az MSZ EN 206:2014 szabvány ezen intézkedése alól, – amely szerint, ha a nyomószilárdság vizsgálati eredmények terjedelme nagyobb, mint az átlag 15%-a, akkor azokat értékelni nem szabad – bizonyos felmentést ad, és ennek vonatkozásában az alulmaradási tágasság jellegétől függően különbséget tesz.

Az MSZ 4798:2016 szabvány szerint, ha jellemző (karakterisztikus) értéket

- **① a tapasztalati szórásnak is függvényét képező alulmaradási tágassággal ($\lambda_n \times \sigma_{cube,test}$, $\lambda_n \times s_{cube,test,H}$, $t_n \times \sigma_{cube,test}$, $t_n \times s_{cube,test,H}$) számítják ki, akkor a tapasztalati szórás büntető jellegére tekintettel az MSZ EN 206:2014 szabvány fenti 15%-os korlátozó intézkedését figyelmen kívül kell hagyni;**
- **② konstans értékű alulmaradási tágassággal számítják ki, akkor az MSZ EN 206:2014 szabvány fenti 15%-os korlátozó intézkedését ugyan figyelembe kell venni, de a nyomószilárdság vizsgálati eredményeket, ha terjedelmük nagyobb, mint az átlag 15%-a, nem kell feltétlenül elvetni, azaz bizonyos feltételek mellett az ilyen tétel nyomószilárdsága is értékelhető.**

Lásd a következő diát

Ennek a ② esetbeli értékelésnek a feltételei a következők:

A típusvizsgálat, a kezdeti gyártás és az átadás-átvételi eljárás során a nyomószilárdság vizsgálati eredmények értékeléséhez az MSZ 4798:2016 szabványban alkalmazott összefüggésekben az alulmaradási tágasság a tapasztalati szórásnak nem függvénye, hanem a szórástól független konstans érték, a nagy szórásnak nincs büntető jellege, bármekkora nagy is a szórás, az alulmaradási tágasság konstans volta miatt hatása a nyomószilárdság jellemző (karakterisztikus) értékében nem mutatkozik.

Ezért, ha az alulmaradási tágasság konstans, akkor az egyes próbatestek vagy minták nyomószilárdság vizsgálati eredményeinek terjedelme ne legyen nagyobb, mint a vizsgálati eredmények átlagának 15%-a.

Az MSZ 4798:2016 szabvány szerint, ha a nyomószilárdság értékek terjedelme az átlag 15%-ánál nagyobb, akkor szabad az átlagot és a terjedelmet a legnagyobb nyomószilárdság vizsgálati eredmény elhagyásával újraszámítani, és ezt az újraszámítást mindaddig (akár két próbatest vagy minta vizsgálati értékéig is) folytatni, amíg az újraszámított terjedelem egyenlő vagy kisebb lesz, mint az újraszámított átlag 15%-a.

Ha az alulmaradási tágasság konstans érték,

- akkor a beton nyomószilárdság szerinti megfelelőségének igazolásához az így utolsónak újraszámított átlagot kell használni,

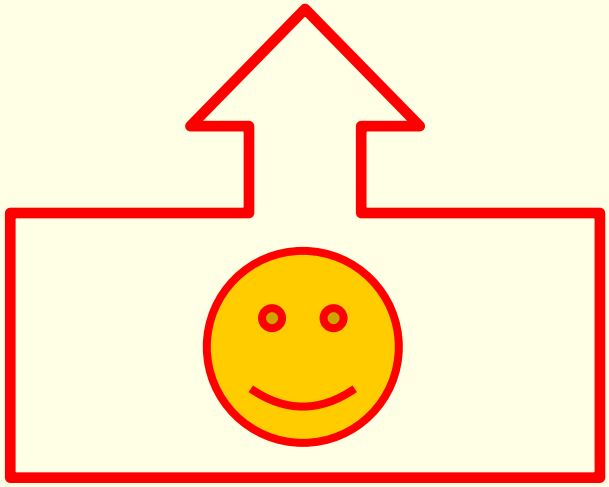
- vagy a beton nyomószilárdság szerinti megfelelőségét az eredeti nyomószilárdság vizsgálati eredmények tapasztalati szórásának függvényét képező alulmaradási tágasság (például *λ*n×stest vagy *t*n×stest) mellett kell ellenőrizni az MSZ 4798:2016 szabvány 8.2.1.3.2. szakaszának (5) bekezdése alatti vagy P2.2.3. szakasza alatti összefüggések valamelyikével, például:

$$f_{cm,cube,test} \geq (f_{ck,cube} + t_n \times s_{cube,test}) \qquad N/mm^2$$

ÖSSZEFOGLALVA

Az új magyar MSZ 4798:2016 betonszabvány P melléklete szerint az EUROCODE 2 szabványnak megfelelő beton megjelölése például:

C40/50 – AC_{50}(H) – XF4(H) – 24 – F3 – MSZ 4798

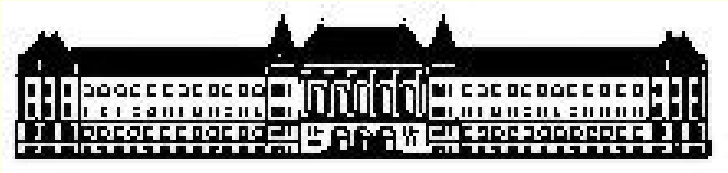


Köszönöm szépen a figyelmet

Beton, betontechnológia
szakmai továbbképzés

BETON KÖRNYEZETI OSZTÁLYAI, BETONSZILÁRDSÁG ÉRTELMEZÉSE

DR. KAUSAY TIBOR
BME Építőanyagok és Magasépítés Tanszék

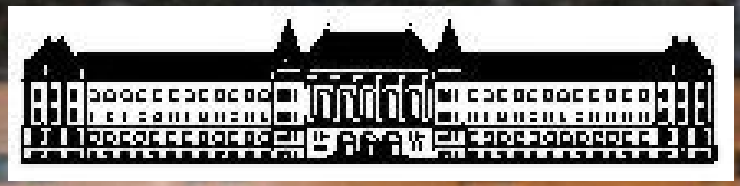


Zala Megyei Mérnöki Kamara
Zalaegerszeg, 2017. május 23.

Beton, betontechnológia
szakmai továbbképzés

A BETON KÖRNYEZETI OSZTÁLYAI

Dr. Kausay Tibor
BME Építőanyagok és Magasépítés Tanszék



Zala Megyei Mérnöki Kamara
Zalaegerszeg, 2017. május 23.

Az MSZ EN 206:2013+A1:2017, illetve MSZ 4798:2016 szabvány a beton legalább 50 évre tervezett tartóssága érdekében környezeti osztályok alkalmazását írja elő.

A tervezési élettartam alatt a beton feltehetően *tartós* lesz, ha a környezeti hatásokat károsodás nélkül viseli.

MSZ EN 1990:2011 **2.1. táblázat: Tervezési élettartamok** **EUROCODE**

Osztály	Előírt tervezési élettartam (év)	Példák
1.	10	Ideiglenes tartószerkezetek (1)
2.	10–25	Cserélhető tartószerkezeti részek, például darupályatartók, saruk
3.	15–30	Mezőgazdasági és hasonló tartószerkezetek
4.	50	Épületek tartószerkezetei és egyéb szokásos tartószerkezetek
5.	100	Monumentális épületek tartószerkezetei, hidak és más építőmérnöki szerkezetek

(1) Az olyan tartószerkezeteket vagy azok részeit, melyek újrafelhasználás céljából szétszerelhetők, nem kell ideiglenes szerkezetnek tekinteni.

A beton, vasbeton, feszített vasbeton *szerkezetek építéséhez használt betonkeverékek összetételének és tulajdonságainak rendeltetésük szerint illeszkedniük kell a környezeti hatásokat leíró környezeti osztályokhoz*.

Ez azt jelenti, hogy összetételük meg kell feleljen az

x_{max}, c_{min}, $f_{ck,cyl}$ /$f_{ck,cube,min}$, $V_{levegő,\ előírt}$

határértékeknek,

valamint az esetleges különleges követelményeknek, mint például a fagyállóság, fagy- és olvasztósó-állóság, kopásállóság, vízzáróság, stb.

MSZ 4798:2016 szabvány 5.3.2. szakaszának (5) bekezdése

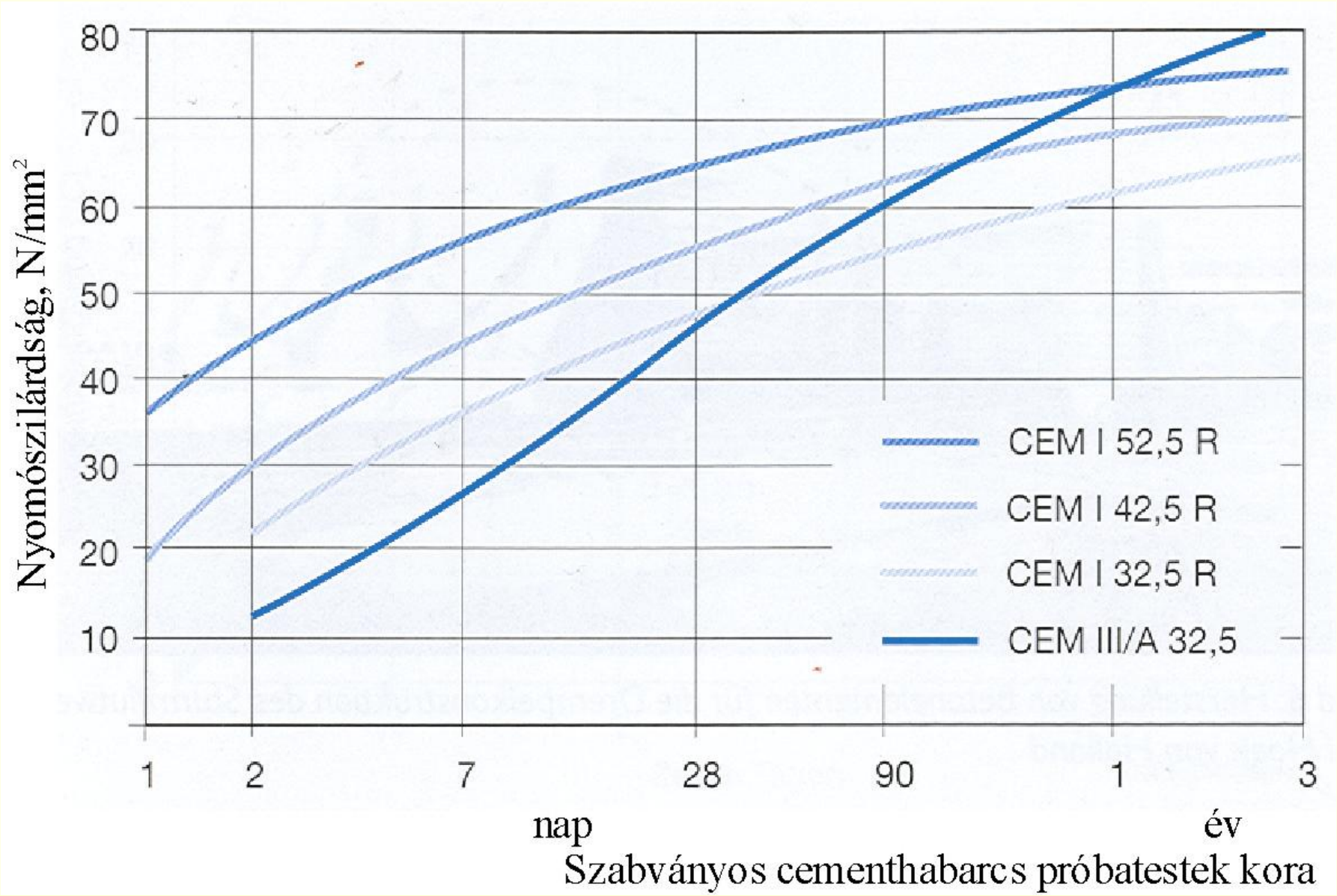
(5) Az erőtani számítás szerinti szükséges nyomószilárdsági osztály és a környezeti feltételek szerinti szükséges legkisebb nyomószilárdsági osztály közül általában a nagyobb nyomószilárdsági osztályt kell mértékadónak tekinteni.

Ennek értelmében, ha az erőtani számítás szerint szükséges nyomószilárdsági osztály nagyobb, mint a környezeti feltételek szerint szükséges legkisebb nyomószilárdsági osztály, akkor az erőtani számítás szerint szükséges nyomószilárdsági osztály a mértékadó.

Ha az erőtani számítás szerint szükséges nyomószilárdsági osztály kisebb, mint a környezeti feltételek szerint szükséges legkisebb nyomószilárdsági osztály, akkor a mértékadó nyomószilárdsági osztály kiválasztása tekintetében két eset lehetséges:

- ha az adott építmény esetén felelősséggel nem bizonyított, hogy az erőtani számítás szerint szükséges nyomószilárdsági osztály a környezeti hatásoknak ellenálló beton készítéséhez elegendő, akkor a környezeti feltételek szerint szükséges legkisebb nyomószilárdsági osztályt kell mértékadónak tekinteni;

- ha az adott építmény esetén felelősséggel és írásban bizonyítják, hogy az erőtani számítás szerint szükséges nyomószilárdsági osztály a környezeti hatásoknak – a tervezési élettartam alatt – ellenálló beton készítéséhez elegendő, akkor az erőtani számítás szerint szükséges nyomószilárdsági osztályt lehet mértékadónak tekinteni.



Cementek szilárdulási folyamata (Forrás: *Rendchen, K.*: Hüttensandhaltiger Zement. Verlag Bau+Technik. Düsseldorf, 2002.)

Az építési célnak — beleértve a tartósságot is — csak a kellően bedolgozott, megkövetelt tömörségű, zárványmentes beton felel meg, ezért a bedolgozott friss beton levegőtartalmát korlátozni kell.

Az MSZ 4798:2016 szabvány szerint a friss beton levegőtartalmának tervezési értéke a következő:

MSZ 4798:2016 NAD F2. táblázat: A légbuborékképző adalékszer nélkül készített friss beton tervezett levegőtartalmának értéke a nyomószilárdsági osztály és a konzisztencia osztály függvényében

A beton konzisztencia osztálya				
Roskadási osztály	–	S1	S2, S3	S4, S5
Tömörítési osztály	C1	C2	C3	C4
Terülési osztály	F1	F2	F3	F4, F5, F6
Beton nyomó-szilárdsági osztálya	Friss beton tervezett levegőtartalma, legfeljebb, térfogat%			
C8/10	5,0	4,0	3,0	2,0
C12/15	4,0	3,0	2,0	1,5
C16/20	3,5	2,5	1,5	1,0
C20/25	3,0	2,0	1,0	1,0
C25/30	2,0	1,5	1,0	1,0
C30/37	1,5	1,0	1,0	1,0
C35/45 – C100/115	1,0	1,0	1,0	1,0

MSZ 4798:2016 NAD F3. táblázat: A légbuborékképző adalékszerrel készített friss beton előírt összes, átlagos levegő-tartalmának (légpórus + légbuborék) értéke az adalékanyag legnagyobb szemnagyságának a függvényében

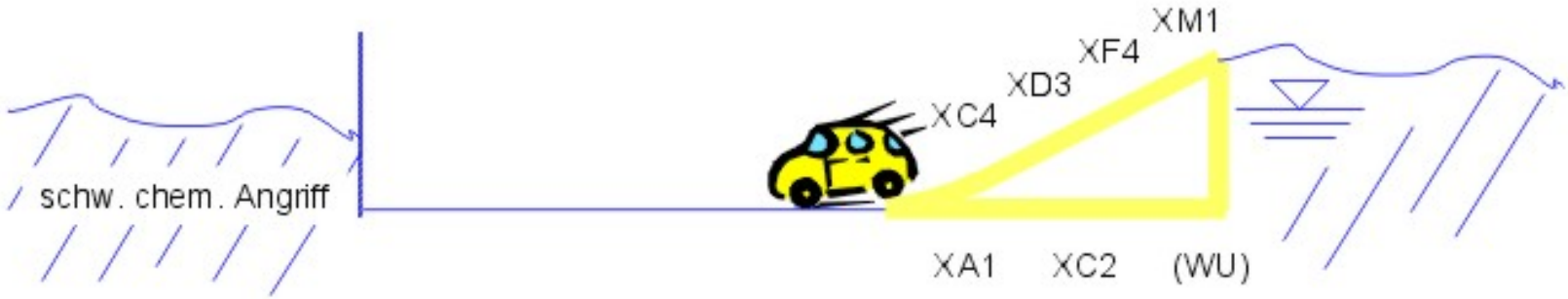
Környezeti osztály	XF2 és XF3	XF4
Legnagyobb szemnagyság mm	A friss beton összes levegőtartalma (légpórus + légbuborékképző adalékszerrel bevitt légbuborék), térfogat%	
8 és 12	4,0 – 6,0	6,0 – 10,0
16	3,0 – 5,0	4,5 – 8,5
24 és 32	2,5 – 5,0	4,0 – 8,0
63	2,0 – 4,0	3,0 – 7,0
	A kötőanyagpép összes, átlagos levegőtartalma (légpórus + légbuborékképző adalékszerrel bevitt légbuborék), legalább, térfogat%	
	15,0	18,0
MEGJEGYZÉS: Az XF4 környezeti osztályú kopásálló betonok esetén a levegőtartalom alsó határértékei 0,5 térfogatszázalékkal csökkenthetők, de a betonok a fagy- és olvasztósó-állósági követelményeknek feleljenek meg.		

Ha a betont több féle környezeti hatás éri, akkor e hatásokat a környezeti osztályok kombinációjaként kell kifejezni.

Ebben az esetben olyan betont kell tervezni és készíteni, amelynek összetétele és tulajdonságai a szóban forgó, társított környezeti osztályok mindegyikének követelményét kielégíti.

Ha a környezeti hatások egyike fagy-, illetve fagy- és olvasztósó hatás, és a beton légbuborékképző adalékszerrel készül, akkor a friss beton átlagos levegőtartalma a fagy-, illetve fagy- és olvasztósóálló beton előírt összes levegőtartalmának (légpórus + légbuborékképző adalékszerrel bevitt légbuborék) feleljen meg.

Beispiel
Grenzwerte der Zusammensetzung für den Beton der Rampe



Rampe

		Zementgehalt [kg/m³]			
			mit Typ II	w/z-Wert	Festigkeit
Außenbauteil, bewehrt	XC4 (oben)	280	270	0,60	C25/30
Chloridangriff, ohne Frost	XD3 (oben)	320	270	0,45	C35/45
Frost-Taumittelangriff, horizontale Fläche	XF4 (oben)	320	320	0,50	C30/37
Mäßige Verschleißbeanspruchung	XM1 (oben)	300	270	0,55	C30/37
Schwacher chemischer Angriff	XA1 (unten)	280	270	0,60	C25/30
Gründungsbauteil, nass selten trocken	XC2 (unten)	240	240	0,75	C16/20
Hoher Wassereindringwiderstand für h > 0,40 m	(WU)	-	-	0,70	-

Mindestanforderungen an die Betonzusammensetzung		Zementgehalt			
			mit Typ II	w/z-Wert	Festigkeit
	LP-Beton	320	320	0,45	C30/37

Teil der Festlegung	Stahlbeton C30/37 XC4, XD3, XF4, XM1, XA1 (WU)

Kausay

MSZ 4798:2016 NAD F4. táblázat: Példa a környezeti osztályok társítására (kombinációjára)

Környezeti osztály	Beton nyomó-szilárdsági osztálya, legalább	Beton cement-tartalma, legalább, kg/m3	Beton víz-cement tényezője, legfeljebb	Friss beton átlagos összes levegő-tartalma, térfogat%
XC4 – XF1 – XA2 – XV1(H) környezeti osztályú vasbeton támfal betonja				
XC4	C30/37	300	0,50	NAD F2. táblázat szerint
XF1	C30/37	300	0,55	
XA2	C30/37	320	0,50	
XV1(H)	C25/30	300	0,55	
XC4 – XF1 – XA2 – XV1(H)	C30/37	320	0,50	
XC4 – XF4 – XK3(H) környezeti osztályú, 32 mm legnagyobb szemnagyságú adalékanyaggal készített fagy- és olvasztósó- és kopásálló beton				
XC4	C30/37	300	0,50	NAD F2. táblázat szerint
XK3(H)	C40/50	350	0,40	
XF4	C30/37	340	0,45	NAD F3. táblázat szerint
XC4 – XF4 – XK3(H)	C40/50	350	0,40	

Az MSZ EN 206: 2013+A1:2017 európai betonszabvány eredetileg hat környezeti osztály csoportot tartalmaz, *az MSZ 4798:2016 ezeken kívül még néggyel számol*:

1. **Nincs korróziós kockázat;**
2. **Karbonátosodás okozta korrózió;**
3. **Nem tengervízből származó kloridok korróziós hatása;**
4. **Tengervízből származó kloridok hatása;**
5. **Fagyás/olvadás okozta korrózió, ugyanez *Lb-képző nélküli beton esetén*;**

6.1. Talajvíz és talaj okozta korrózió;

***6.2. Egyéb kémiai okozta korrózió*;**

***7. Koptatóhatás okozta károsodás*;**

***8. Igénybevétel víznyomás hatására*.**

MSZ 4798:2016 szabvány 1. táblázat: Környezeti osztályok

Az osztály jele	A környezeti hatás leírása	Tájékoztató példák a környezeti osztályok előfordulására
1. Nincs korróziós vagy kimaródási kockázat		
X0	**Vasalás vagy más beágyazott fém nélküli beton esetén: valamennyi környezeti körülmény, kivéve azokat, amelyek esetén fagyás/olvadás, koptatás vagy kémiai korrózió fordul elő. Vasbeton vagy beágyazott fémet tartalmazó betonok esetén: nagyon száraz *környezetben*.**	**Nagyon kis relatív páratartalmú *(< 35%)* épületben *(környezetben)* levő *beton vagy beágyazott fémet tartalmazó* beton**

MSZ 4798:2016 szabvány 1. táblázat: Környezeti osztályok

XN(H)	***Káros környezeti hatás nem éri a szilárdsági szempontból alárendelt jelentőségű betont***	***Alárendelt szilárdságú aljzatbeton, beton alapréteg, cement-stabilizáció***
X0b(H)	***Káros környezeti hatás nem éri a betont***	***Alapbeton, kitöltő és kiegyenlítő beton, hátbeton, kézi falazóelem***
X0v(H)	***Karbonátosodáson kívül egyéb káros környezeti hatás nem éri a vasalt betont***	***Vasalt (nem vasbeton) térhatároló beton***

MSZ 4798:2016 NAD F1. táblázat: Határértékek a beton összetételére és tulajdonságaira

Alkalmazási terület	*Környezeti osztály jele*	*Beton nyomó-szilárdsági osztálya legalább*	*Beton cement-tartalma legalább kg/m³*	*Beton víz-cement-tényezője legfeljebb*
1.1. Környezeti hatásoknak ki nem tett beton szerkezetek, általában legfeljebb 35% relatív páratartalmú helyen				
Környezeti hatásoknak (nedvesség, karbonátosodás, kloridhatás, fagyás/olvadás, kémiai korrózió, koptatóhatás vagy víznyomás) nem ellenálló, szilárdsági szempontból alárendelt jelentőségű beton	***XN(H)***	***C8/10***	***165***	***0,90***
Környezeti hatásoknak (nedvesség, karbonátosodás, kloridhatás, fagyás/olvadás, kémiai korrózió, koptatóhatás vagy víznyomás) nem ellenálló beton	***X0b(H)***	***C12/15***	***230***	***0,75***
1.2. Környezeti hatásoknak ki nem tett vasalt beton szerkezetek				
Környezeti hatásoknak (nedvesség, karbonátosodás, kloridhatás, fagyás/olvadás, kémiai korrózió, koptatóhatás vagy víznyomás) nem ellenálló vasalt beton	***X0v(H)***	***C16/20***	***250***	***0,70***

MSZ 4798:2016 szabvány 1. táblázat: Környezeti osztályok

2. Acélbetétkorrózió karbonátosodás következtében		
Amikor a vasbetont vagy más, beágyazott fémet tartalmazó betont levegő és nedvesség éri, akkor a környezeti hatásokat a következők szerint kell osztályozni:		
XC1	Száraz vagy tartósan nedves	Kis relatív páratartalmú épületben levő beton; Állandóan víz alatt levő beton
XC2	Nedves, ritkán száraz	Hosszú időn át vízzel érintkező betonfelületek; A legtöbb alapozás
XC3	Mérsékelt nedvesség	Mérsékelt vagy nagy relatív páratartalmú épületekben levő beton. Esőtől védett, szabadban lévő beton
XC4	Váltakozva nedves és száraz	Vízzel érintkező betonfelületek, amelyek nem tartoznak az XC2 osztályba.

MSZ 4798.2016 F1. táblázat: Határértékek a beton összetételére és tulajdonságaira Alkalmazási terület	Környe-zeti osztály jele	Beton nyomó-szilárd-sági osztálya legalább	Beton cement-tartalma legalább kg/m³	Beton víz-cement tényező-je legfel-jebb
2. Karbonátosodás okozta korrózió				
Száraz, vagy tartósan nedves helyen, állandóan víz alatt	XC1	C20/25	260	0,65
Nedves, ritkán száraz helyen (épület alapok)	XC2	C25/30	280	0,60
Mérsékelten nedves helyen, nagy relatív páratartalmú épületben, vagy a szabadban, esőtől védett helyen	XC3	C30/37	280	0,55
Váltakozva nedves és száraz, víznek kitett helyen	XC4	C30/37	300	0,50

Az acélbetét korróziójának három környezeti feltétele van:

a.) nedvesség jelenléte

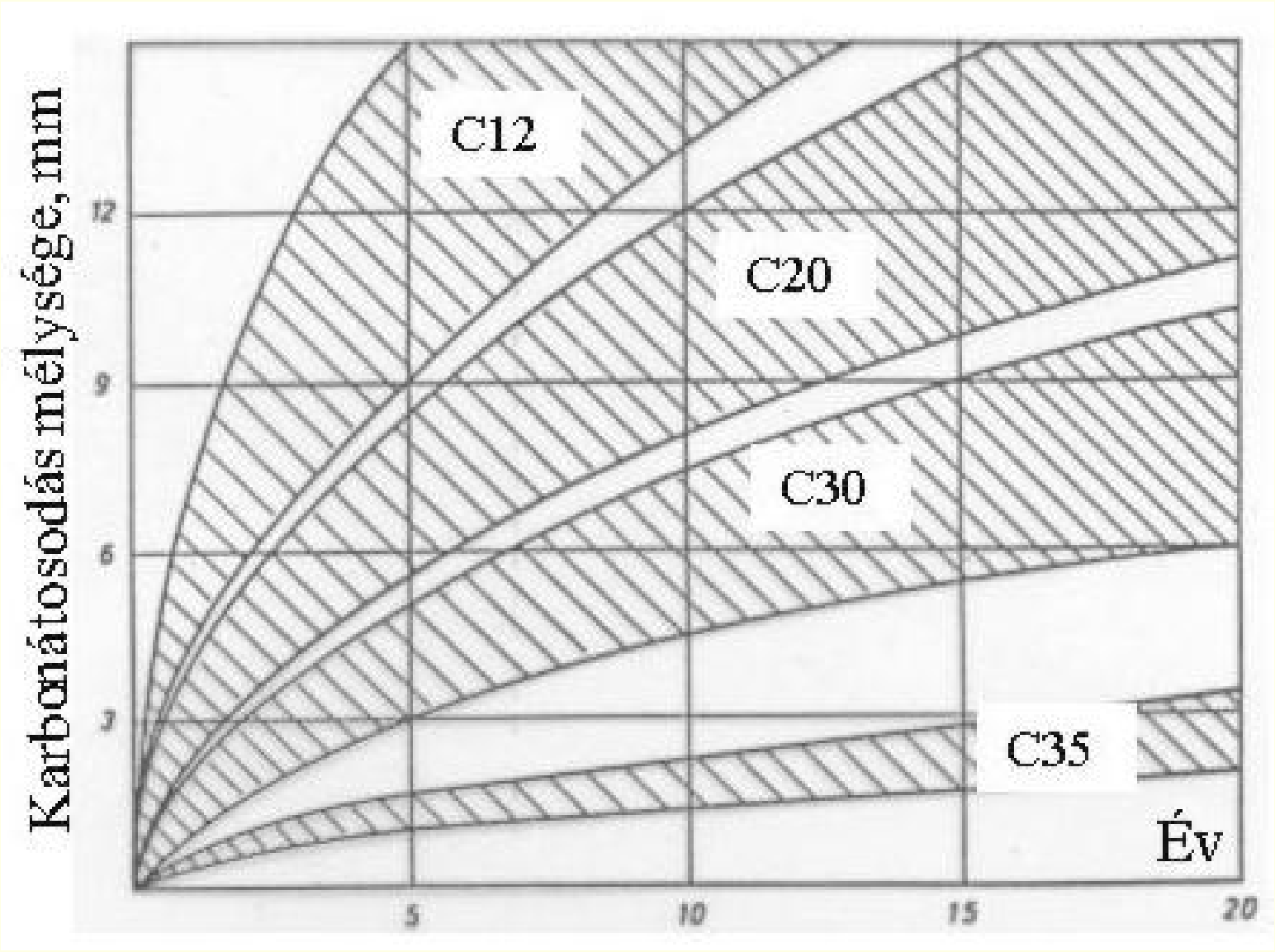
b.) oxigénnek az acélbetéthez jutása

c.) a beton lúgosságának megszűnése

Karbonátosodás:

$$Ca(OH)_2 + CO_2 = CaCO_3 + H_2O$$

Ezek kialakulását a betonfedés tömörsége és vastagsága is befolyásolja.



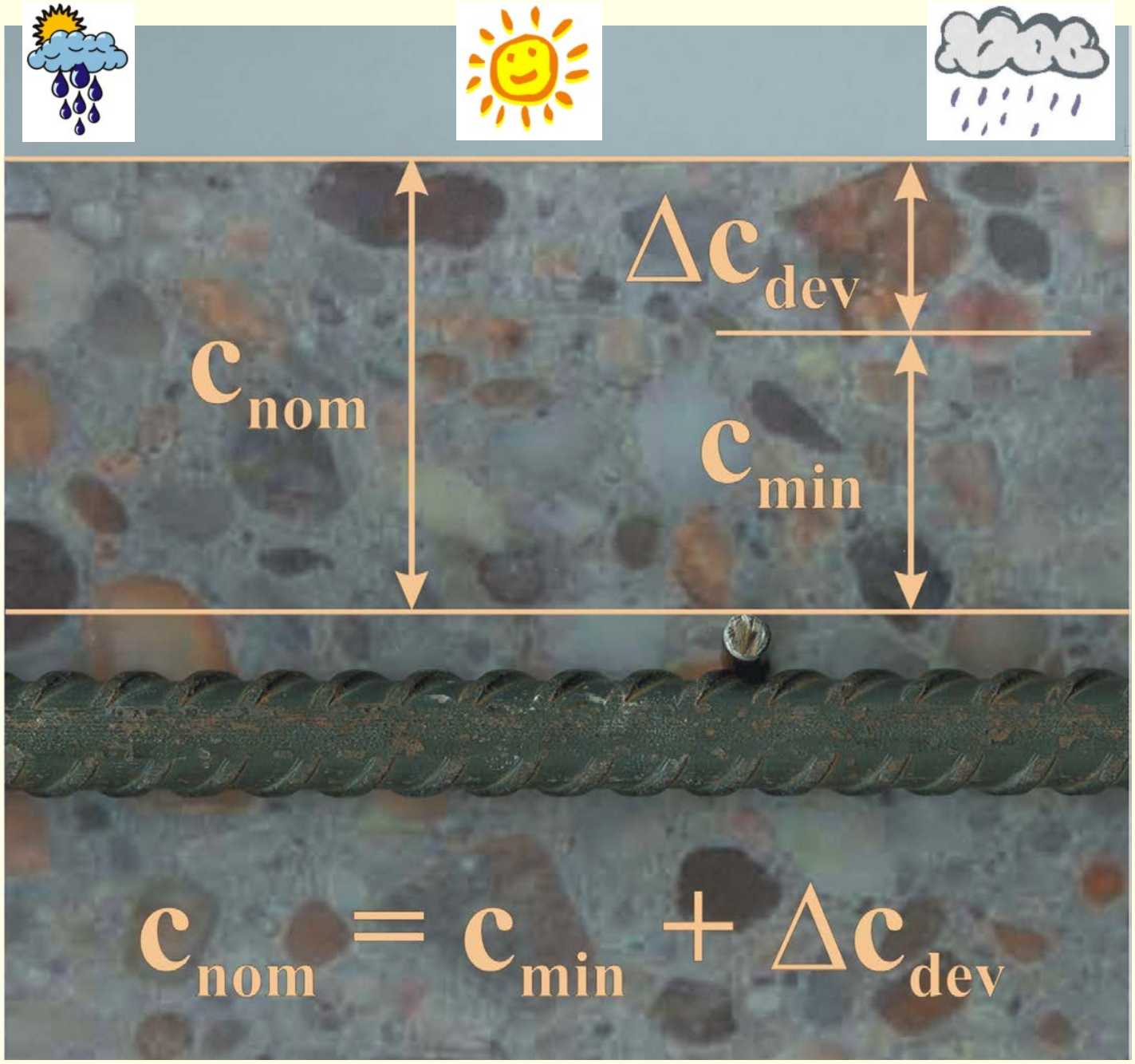
Karbonátosodás mélysége az idő és a nyomószilárdsági osztály függvényében

Forrás: http://www.fh.campuswien.ac.at/bau@home/bausanierung/daten/4_5_3.htm

Az előírt névleges betonfedés (c_{nom})
az előírt legkisebb betonfedésnek
(c_{min})
a kötelező ráhagyással (Δc_{dev})
megnövelt, előírt értéke:

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} \text{ [mm]}$$

Az előírt névleges betonfedést (c_{nom}) kell a statikai számításokban alkalmazni, és a szerkezeti terveken bejelölni.


c_{nom}
Δc_{dev}
c_{min}
$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$

Ha a *minőségellenőrzés nem kiemelt szintű,* akkor a következő szerkezeti osztályt, illetve betonfedést kell alkalmazni:

Tervezési élettartam	Szerkezeti osztály valamennyi környezeti osztályban, ha a minőségellenőrzés *nem* kiemelt szintű
< 50 év	S3
50 év	S4
100 év	S6

Ha a *minőségellenőrzés kiemelt szintű,* akkor a következő szerkezeti osztályt, illetve betonfedést kell alkalmazni:

Tervezési élettartam	Szerkezeti osztály valamennyi környezeti osztályban, ha a minőségellenőrzés kiemelt szintű
< 50 év	S2
50 év	S3
100 év	S5

Környezeti osztály Tervezési élettartam 50 év, a minőségellenőrzés kiemelt szintű	Környezeti hatások miatt szükséges előírt legkisebb betonfedés S3 szerkezeti osztályban $c_{min,dur}$, mm	
	Betonacél	Feszítőbetét
X0, X0v(H)	10	10
XC1	10	20
XC2, XC3	20	30
XC4, *XF1, XV3(H)*	25	35
XD1, XS1, *XF2 XF3 , XA1, XK1(H)*	30	40
XD2, XS2, *XF2(H), XF3(H), XF4, XA2, XA4(H), XK2(H)*	35	45
XD3, XS3, *XF4(H), XA3, XA5(H), XV2(H), XK3(H)*	40	50
XA6(H), XK4(H)	45	55

Az MSZ EN 1992-1-1:2010 szabvány csak a fekete álló betűvel környezeti osztályokat tartalmazza.

Környezeti osztály Tervezési élettartam 50 év, a minőségellenőrzés *nem* kiemelt szintű	Környezeti hatások miatt szükséges előírt legkisebb betonfedés S4 szerkezeti osztályban $c_{min,dur}$, mm	
	Betonacél	Feszítőbetét
X0, X0v(H)	10	10
XC1	15	25
XC2, XC3	25	35
XC4, *XF1, XV3(H)*	30	40
XD1, XS1, *XF2 XF3 , XA1, XK1(H)*	35	45
XD2, XS2, *XF2(H), XF3(H), XF4, XA2, XA4(H), XK2(H)*	40	50
XD3, XS3, *XF4(H), XA3, XA5(H), XV2(H), XK3(H)*	45	55
XA6(H), XK4(H)	50	60

Az MSZ EN 1992-1-1:2010 szabvány csak a fekete álló betűvel környezeti osztályokat tartalmazza.

Környezeti osztály Tervezési élettartam 100 év, a minőségellenőrzés kiemelt szintű	Környezeti hatások miatt szükséges előírt legkisebb betonfedés S5 szerkezeti osztályban $c_{min,dur}$, mm	
	Betonacél	Feszítőbetét
X0, X0v(H)	15	15
XC1	20	30
XC2, XC3	30	40
XC4, *XF1, XV3(H)*	35	45
XD1, XS1, *XF2 XF3 , XA1, XK1(H)*	40	50
XD2, XS2, *XF2(H), XF3(H), XF4, XA2, XA4(H), XK2(H)*	45	55
XD3, XS3, *XF4(H), XA3, XA5(H), XV2(H), XK3(H)*	50	60
XA6(H), XK4(H)	55	65

Az MSZ EN 1992-1-1:2010 szabvány csak a fekete álló betűvel környezeti osztályokat tartalmazza.

Környezeti osztály Tervezési élettartam 100 év, a minőségellenőrzés *nem* kiemelt szintű	Környezeti hatások miatt szükséges előírt legkisebb betonfedés S6 szerkezeti osztályban $c_{min,dur}$, mm	
	Betonacél	Feszítőbetét
X0, X0v(H)	20	20
XC1	25	35
XC2, XC3	35	45
XC4, *XF1, XV3(H)*	40	50
XD1, XS1, *XF2 XF3 , XA1, XK1(H)*	45	55
XD2, XS2, *XF2(H), XF3(H), XF4, XA2, XA4(H), XK2(H)*	50	60
XD3, XS3, *XF4(H), XA3, XA5(H), XV2(H), XK3(H)*	55	65
XA6(H), XK4(H)	60	70

Az MSZ EN 1992-1-1:2010 szabvány csak a fekete álló betűvel környezeti osztályokat tartalmazza.

MSZ 4798:2016 szabvány 1. táblázat: Környezeti osztályok

3. Acélbetétkorrózió a nem tengervízből származó kloridok hatására		
Amikor a vasbeton vagy más beágyazott fémet tartalmazó beton kloridtartalmú víz éri, beleértve a jégolvasztó sózást és amely nem tengervízből származik, akkor a környezeti hatást a következők szerint kell osztályozni:		
XD1	**Mérsékelt nedvesség**	**Levegő által szállított kloriddal (sópárával) érintkező beton.**
XD2	**Nedves, ritkán száraz**	**Úszómedencék. Kloridot tartalmazó talaj- és ipari vizekkel érintkező beton.**
XD3	**Váltakozva nedves és száraz**	**Kloridtartalmú vízpermettel érintkező hídelemek. Járdák és útburkolatok. Autóparkolók födémei.**
Megjegyzés: Az MSZ 4798:2016 szabvány szerint azokat a betonokat, amelyeket a nem tengervízből származó sók hatásán kívül fagy is éri, az XD1 – XD3 környezeti osztályok helyett az XF2, XF2(H), XF4, XF4(H) környezeti osztályok valamelyikébe kell sorolni.		

MSZ 4798.2016 F1. táblázat: Határértékek a beton összetételére és tulajdonságaira Alkalmazási terület	Környe-zeti osztály jele	Beton nyomó-szilárd-sági osztálya legalább	Beton cement-tartalma legalább kg/m^3	Beton víz-cement tényezője legfeljebb
3. Kloridoknak ellenálló beton és vasbeton szerkezetek				
Mérsékelten nedves helyen, levegőből származó kloridokkal (sópárával) érintkezőt, de jégolvasztó sóknak ki nem tett, korrózióálló beton	XD1	C30/37	300	0,55
Nedves, ritkán száraz helyen, vízben lévő kloridoknak kitett, de jégolvasztó sóknak ki nem tett, korrózióálló beton (úszómedencék, talajvizek, ipari vizek hatása)	XD2	C35/45	320	0,50
Váltakozva nedves és száraz helyen, jégolvasztó kloridok permetének kitett korrózióálló beton (hídelemek, járdák, útburkolatok, autóparkolók födémei)	XD3	C35/45	320	0,45
4. Tengervízből származó klorid által okozott korrózió ***MEGJEGYZÉS: Magyarországon csak különleges esetben használatos környezeti osztály***				

MSZ 4798.2016 szabvány megjegyzése az XD2 környezeti osztályhoz

Az agresszív vízzel (talajvízzel, egyéb természetes vízzel, szennyvízzel vagy egyéb agresszív folyadékkal) érintkező vasbeton vagy feszített vasbeton szerkezet betonját akkor kell XD2 környezeti osztályba sorolni, ha az agresszív víz kloridtartalma Cl^- > 500 mg/l.

A talajvíz és természetes víz kloridtartalmát az MSZ 18094-11:1979 szerint, a szennyvizek és egyéb agresszív vizek kloridtartalmát az MSZ 260-6:1977 vagy az MSZ EN ISO 10304-1:2009 szabvány szerint kell meghatározni.

Hivatkozott szabványok:

MSZ 18094-11:1979 Talajkorróziós vizsgálatok. A talaj és a talajvíz klorid-ion tartalmának meghatározása

MSZ 260-6:1977 Szennyvizek vizsgálata. Kloridion meghatározása. **Visszavont szabvány**

MSZ EN ISO 10304-1:2009 Vízminőség. Az oldott anionok meghatározása ionkromatográfiával. 1. rész: A bromid, a klorid, a fluorid, a nitrát, a nitrit, a foszfát és a szulfát meghatározása

Magyarázat a következő diakockán

Környezeti osztály	Meghatározó agresszív hatóanyagok	Környezeti hatás következménye	Várhatóan a legjobb	Várhatóan jó	Esetleg még jó	Rossz
XD1	Kloridok	Acélbetét lyukkorrózióját	CEM III/B	CEM I + 11% D, CEM I + 20% V, CEM II/B-V, CEM II/B-M(S-V), CEM II/B-S + 11% D, CEM III/A	CEM II/B-S	CEM I kiegészítőanyag nélkül, CEM II/A, CEM II-LL, CEM II-M (S-LL), CEM II-M (V-LL)
XD2			CEM III/B	CEM II/B-V+ 11% D	CEM III/A	CEM I, CEM II/A, CEM II/B kiegészítőanyag nélkül, CEM II-LL, CEM II-M (S-LL), CEM II-M (V-LL)
XD3			CEM III/B	CEM II/B-V + 11% D, CEM III/A	CEM I + 11% D, CEM I + 20% V, CEM II/B-S + 11% D, CEM II/B-V, CEM II/B-M(S-V)	CEM I kiegészítőanyag nélkül, CEM II/A, CEM II-LL, CEM II-M (S-LL), CEM II-M (V-LL)

Ajánlás kötőanyagok alkalmazására

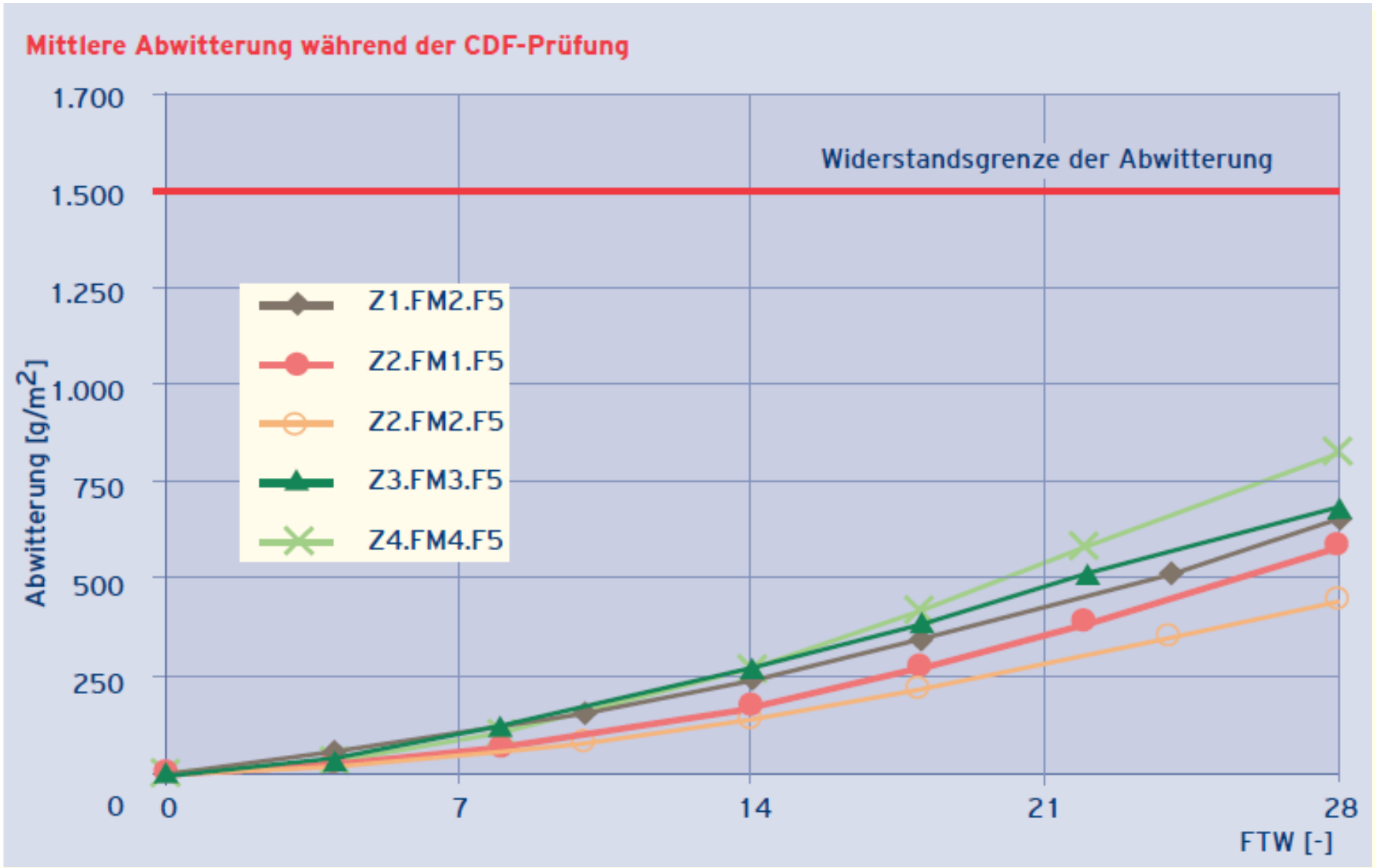
Környezeti osztály	Meghatározó agresszív hatóanyagok	Környezeti hatás következménye		Várhatóan a legjobb	Várhatóan jó	Esetleg még jó	Rossz
XD1	Kloridok és szulfátok	Acélbetét és beton	Lyukkorrózió és duzzadás	CEM I-SR 0 + 20% V	CEM I-SR 5 + 11% D, CEM I-SR 5 + 20% V, CEM II/B-V-MSR, CEM II/B-S-MSR + 11% D, CEM II/B-M(S-V)-MSR, CEM III/A-MSR	CEM II/B-S-MSR	CEM I, ha nem SR és kiegészítőanyag nélkül; CEM II/A; CEM II/B, ha nem MSR
XD2				CEM I-SR 0 + 20% V	CEM I-SR 0 + 11% D, CEM I-SR 0 + 20% V	CEM I-SR 3 + 11% D, CEM I-SR 3 + 20% V, CEM III/B-SR	CEM I, ha nem SR és kiegészítőanyag nélkül; CEM II; CEM III/A
XD3				CEM I-SR 0 + 20% V	CEM I-SR 3 + 11% D, CEM I-SR 3 + 20% V, CEM II/B-V-MSR + 11% D, CEM III/B-SR	CEM I-SR 5 + 11% D, CEM I-SR 5 + 20% V, CEM II/B-V-MSR, CEM II/B-S-MSR + 11% D, CEM II/B-M(S-V)-MSR, CEM III/A-MSR	CEM I, ha nem SR és kiegészítőanyag nélkül; CEM II/A; CEM II/B, ha nem MSR

Ajánlás kötőanyagok alkalmazására

FAGYÁLLÓSÁG

XF4-Betone ohne künstliche Luftporen

http://www.cemex.de/UserFiles/Infomaterial/XF4%20ohne%20LP.pdf



DIN 1045-2:2008 szabvány (a DIN EN 206-1:2001 szabvány német nemzeti alkalmazási dokumentuma) az F.2.2 táblázatban a fagy- és olvasztósó-álló betonok változataként a légbuborékképzőszer nélkül készülő betonra külön XF2 és XF3 környezeti osztályt is megadott.

Expositionsklassen	XF1	XF2		XF3		XF4
Höchstzulässiger w/z	0,60	0,55 g	0,50 g	0,55	0,50	0,50 g
Mindestdruck-festigkeitsklasse b	C25/30	C25/30	C35/45 e	C25/30	C35/45 e	C30/37
Mindestzement-gehalt c in kg/m 3	280	300	320	300	320	320
Mindestzementgehalt c bei Anrechnung von Zusatzstoffen in kg/m 3	270	270 g	270 g	270	270	270 g
Mindest-Luftgehalt in %	—	f	—	f	—	f, j

Fentiekhezhez hasonló a környezeti osztályokat *XF2(H)*, *XF3(H)* és *XF4(H)* jelekkel szerkezeti (nem útpályaszerkezeti) betonok esetén Magyarországon is alkalmazhatjuk az MSZ 4798:2016 betonszabvány alapján.

Fagyálló, ill. fagy- és olvasztósó-álló betonok környezeti osztályai

Környezeti osztály	Olvasztósó hatás éri a betont	A beton felülete	Légbuborék-képző szerrel készül a beton
XF1	Nem	Függőleges	Nem
XF2	Igen	Függőleges	Igen
XF3	Nem	Vízszintes	Igen
XF4	Igen	Vízszintes	Igen
XF2(H)	Igen	Függőleges	Nem
XF3(H)	Nem	Vízszintes	Nem
XF4(H)	Igen	Vízszintes	Nem

MSZ 4798:2016 szabvány 1. táblázat: Környezeti osztályok

5. Fagyási/olvadási korrózió jégolvasztó anyaggal vagy anélkül		
Amikor a beton a fagyási/olvadási ciklusok által okozott jelentős igénybevétel éri nedves állapotban, akkor az igénybevételt a következőképpen kell osztályozni:		
XF1	**Mérsékelt víztelítettség, jégolvasztó anyag nélkül**	**Függőleges vagy *5%-nál meredekebb* betonfelületek, melyeket csapadék és fagy ér.** ***Például homlokzatok, szabadban álló ipari, vagy mezőgazdasági építmények, tornyok.***
XF2	**Mérsékelt víztelítettség jégolvasztó anyaggal**	**Útépítési szerkezetek függőleges betonfelületei, amelyeket fagy és jégolvasztó só permete ér.** ***Légbuborékképző adalékszerrel készített, függőleges vagy 5%-nál meredekebb közlekedési és egyéb betonfelületek, amelyeket fagy és sós víz permete ér.***
XF2(H) Kausay	***Mérsékelt víztelítettség jégolvasztó anyaggal***	***Légbuborékképző adalékszer nélkül készített, függőleges vagy 5%-nál meredekebb felületű előre gyártott elemek, valamint hidak 5%-nál meredekebb felületű monolit és előre gyártott szerkezetei, amelyeket fagy és sós víz permete ér.***

MSZ 4798:2016 szabvány F1. táblázat: Környezeti osztályok

5.1. Függőleges felületű fagyálló beton és vasbeton szerkezetek					
Függőleges felületű, mérsékelt víztelítettségű, esőnek és fagynak kitett, olvasztó sózás nélküli fagyálló beton	**XF1**	**C30/37**	**300**	**0,55**	***Légbuborék-képző adalékszer nélkül készül a beton.***
	MSZ EN 12620:2002+A1:2008 szerinti kielégítő fagyás/olvadás állóságú adalékanyagot kell alkalmazni (lásd a NAD E1. és NAD 2. táblázatot).				
Függőleges felületű, mérsékelt víztelítettségű, fagynak és jégolvasztó sók permetének kitett fagyálló beton	**XF2**	**C25/30**	**300**	**0,55**	***A friss beton összes levegőtartalma (légpórus + légbuborék) a NAD F3. táblázat szerinti legyen. Légbuborék-képző adalékszerrel készül a beton.***
	MSZ EN 12620:2002+A1:2008 szerinti kielégítő fagyás/olvadás állóságú adalékanyagot kell alkalmazni (lásd a NAD E1. és NAD 2. táblázatot).				

MSZ 4798.2016 NAD F1. táblázat: Határértékek a beton összetételére és tulajdonságaira Alkalmazási terület	Környe-zeti osztály jele	Beton nyomó-szilárdsági osztálya legalább	Beton cement-tartalma legalább kg/m^3	Beton víz-cement tényezője legfeljebb
5.1. Függőleges felületű fagyálló beton és vasbeton szerkezetek				
Függőleges felületű, mérsékelt víztelítettségű, fagynak és jégolvasztó sók permetének kitett fagyálló beton	***XF2(H)***	***C35/45***	***320***	***0,50***
A friss beton tervezett levegőtartalma (légpórus) a NAD F2. táblázat szerinti legyen. ***Légbuborék-képző adalékszer nélkül készül a beton.*** ***Alkalmazása út- és repülőtéri pályaburkolatok esetén tilos!*** ***Az adalékanyag fagyálló, illetve fagy- és olvasztósóálló legyen (lásd a NAD E1. és NAD E2. táblázatot)***				

MSZ 4798:2016 szabvány 1. táblázat: Környezeti osztályok

XF3	**Nagymérvű víztelített-ség, jégolvasztó anyag nélkül**	**Vízszintes betonfelületek, amelyeket eső és fagyhatás ér.** ***Légbuborékképző adalékszerrel készített, vízszintes vagy legfeljebb 5%-os lejtésű betonfelületek, amelyeket fagy és csapadék vagy víz közvetlenül ér;*** ***A pályaburkolattól legfeljebb 10 méterre lévő vízszintes vagy legfeljebb 5%-os lejtésű betonfelületek, amelyeket a közlekedési felületről felfröccsenő víz vagy a közlekedési felületről származó víz permete ér.***
XF3(H)	***Nagymérvű víztelített-ség, jégolvasztó anyag nélkül***	***Légbuborékképző adalékszer nélkül készített, vízszintes vagy legfeljebb 5%-os lejtésű előre gyártott elemek, valamint hidak vízszintes vagy legfeljebb 5%-os lejtésű monolit és előre gyártott szerkezetei, amelyeket fagy és csapadék vagy víz közvetlenül ér.***

5.2. Vízszintes felületű fagyálló beton és vasbeton szerkezetek

F1. táblázat: **Vízszintes felületű, nagy víztelítettségű, esőnek és fagynak kitett, olvasztó sózás nélküli fagyálló beton**	**XF3**	**C30/37**	**320**	**0,50**	***A friss beton összes levegőtartalma (légpórus + légbuborék) a NAD F3. táblázat szerinti legyen.*** ***Légbuborék-képző adalékszerrel készül a beton.***
	MSZ EN 12620:2002+A1:2008 szerinti kielégítő fagyás/olvadás állóságú adalékanyagot kell alkalmazni (lásd a NAD E1. és NAD 2. táblázatot).				
NAD F1. táblázat: ***Vízszintes felületű, nagy víztelítettségű, esőnek és fagynak kitett, olvasztó sózás nélküli fagyálló beton***	***XF3(H)***	***C40/50***	***340***	***0,45***	***A friss beton tervezett levegőtartalma (légpórus) a NAD F2. táblázat szerinti legyen.***
	Légbuborék-képző adalékszer nélkül készül a beton. ***Alkalmazása út- és repülőtéri pályaburkolatok esetén tilos!*** ***Az adalékanyag fagyálló, illetve fagy- és olvasztósóálló legyen (lásd a NAD E1. és NAD E2. táblázatot)***				

MSZ 4798:2016 szabvány 1. táblázat: Környezeti osztályok

XF4	**Nagymérvű víztelítettség, jégolvasztó anyaggal vagy tengervízzel**	**Út és hídpálya lemezek, amelyeket jégolvasztó só ér;** **Betonfelületek, amelyeket közvetlenül ér jégolvasztó só permete és fagy.** **Fagynak kitett tengeri szerkezetek felcsapódási zónája.** ***Légbuborékképző adalékszerrel készített, vízszintes vagy legfeljebb 5%-os lejtésű útburkolatok, valamint egyéb közlekedési és más felületek, továbbá hídpályalemezek és hídszegélygerendák, amelyeket fagy és csapadék, valamint jégolvasztó anyagok érnek;*** ***A pályaburkolattól legfeljebb 10 méterre lévő vízszintes vagy legfeljebb 5%-os lejtésű betonfelületek, amelyeket a közlekedési felületről felfröccsenő sós víz vagy a közlekedési felületről származó sós víz permete ér.***
XF4(H)	***Nagymérvű víztelítettség, jégolvasztó anyaggal vagy tengervízzel***	***Légbuborékképző adalékszer nélkül készített, vízszintes vagy legfeljebb 5%-os lejtésű előre gyártott elemek, valamint hidak vízszintes vagy legfeljebb 5%-os lejtésű monolit és előre gyártott szerkezetei, amelyeket fagy és csapadék, valamint jégolvasztó anyagok közvetlenül érnek.***

5.2. Vízszintes felületű fagyálló beton és vasbeton szerkezetek

F1. táblázat: **Vízszintes felületű, nagy víztelítettségű, fagynak és jégolvasztó sóknak közvetlenül kitett, fagyálló beton (útburkolatok, híd pályalemezek)**	**XF4**	**C30/37**	**340**	**0,45**	***A friss beton összes levegőtartalma (légpórus + légbuborék) a NAD F3. táblázat szerinti legyen.*** ***Légbuborék-képző adalékszerrel készül a beton.***
	MSZ EN 12620:2002+A1:2008 szerinti kielégítő fagyás/olvadás állóságú adalékanyagot kell alkalmazni (lásd a NAD E1. és NAD 2. táblázatot).				
NAD F1. táblázat: ***Vízszintes felületű, nagy víztelítettségű, fagynak és jégolvasztó sóknak közvetlenül kitett, fagyálló beton (útburkolatok, híd pályalemezek)***	***XF4(H)***	***C40/50***	***360***	***0,40***	***A friss beton tervezett levegőtartalma (légpórus) a NAD F2. táblázat szerinti legyen.***
	Légbuborék-képző adalékszer nélkül készül a beton. ***Alkalmazása út- és repülőtéri pályaburkolatok esetén tilos!*** ***Az adalékanyag fagyálló, illetve fagy- és olvasztósóálló legyen (lásd a NAD E1. és NAD E2. táblázatot)***				

MSZ 4798:2016 szabvány NAD F2. táblázat: A légbuborékképző adalékszer nélkül készített friss beton tervezett levegőtartalmának értéke a nyomószilárdsági osztály és a konzisztencia osztály függvényében

A beton konzisztencia osztálya				
Roskadási osztály	–	S1	S2, S3	S4, S5
Tömörítési osztály	C1	C2	C3	C4
Terülési osztály	F1	F2	F3	F4, F5, F6
A beton nyomószilárd-sági osztálya	Friss beton tervezett levegőtartalma, legfeljebb, térfogat%			
C8/10	5,0	4,0	3,0	2,0
C12/15	4,0	3,0	2,0	1,5
C16/20	3,5	2,5	1,5	1,0
C20/25	3,0	2,0	1,0	1,0
C25/30	2,0	1,5	1,0	1,0
C30/37	1,5	1,0	1,0	1,0
C35/45 – C100/115	1,0	1,0	1,0	1,0

MSZ 4798:2016 szabvány NAD F3. táblázat: A légbuborékképző adalékszerrel készített friss beton előírt összes, átlagos levegő-tartalmának (légpórus + légbuborék) értéke az adalékanyag legnagyobb szemnagyságának a függvényében

Környezeti osztály	XF2 és XF3	XF4
Legnagyobb szemnagyság mm	A friss beton összes levegőtartalma (légpórus + légbuborékképző adalékszerrel bevitt légbuborék), térfogat%	
8 és 12	4,0 – 6,0	6,0 – 10,0
16	3,0 – 5,0	4,5 – 8,5
24 és 32	2,5 – 5,0	4,0 – 8,0
63	2,0 – 4,0	3,0 – 7,0
	A kötőanyagpép összes, átlagos levegőtartalma (légpórus + légbuborékképző adalékszerrel bevitt légbuborék), legalább, térfogat%	
	15,0	18,0

1. MEGJEGYZÉS: Az XF4 környezeti osztályú kopásálló betonok esetén a levegőtartalom alsó határértékei 0,5 térfogatszázalékkal csökkenthetők, de a betonok a fagy- és olvasztósó-állósági követelményeknek feleljenek meg.

MSZ EN 206:2014

3.1.3.5. képzett levegő

A keverés alatt a betonban szándékosan, rendszerint felületaktív anyagok alkalmazásával képzett *(pl. légbuborékképző adalékszerrel bevitt)* mikroszkopikus légbuborékok, amelyek gömb vagy közel gömb alakúak és átmérőjük jellegzetesen 10 µm és 300 µm között van.

MSZ 4798:2016

NAD 10. táblázat: Légbuborékképző adalékszerrel készített szilárd, fagy-, illetve fagy- és olvasztósóálló beton légbuborék szerkezeti követelménye

Környezeti osztály	*XF2 és XF3*	*XF4*
Távolsági tényező, legfeljebb, mm	*0,22*	*0,18*
0,3 mm-nél kisebb névleges átmérőjű (hatékony) légbuborékok mennyisége, legalább, térfogat%	*1,2*	*2,1*
Megjegyzés: A szilárd beton légbuborék szerkezetét (a távolsági tényezőt és a 0,3 mm-nél kisebb névleges átmérőjű légbuborékok mennyiségét) az MSZ EN 480-11:2006 szerint kell meghatározni. *A szilárd beton légbuborék szerkezetének az értékeléséhez ismerni kell a beton pontos összetételét is.*		

MSZ EN 206:2014 betonszabvány F melléklete, 1. táblázat alatti a) megjegyzés:

„Ha a betonban nincs mesterséges légbuborék, akkor a beton teljesítményét megfelelő módszerrel meg kell vizsgálni olyan betonnal összehasonlítva, amelyre az adott környezeti osztály esetén a fagyás/olvadás állóságot bebizonyították. *További információk a (11) bekezdésben.*”

MSZ 4798:2016 betonszabvány F mellékletének (11) bekezdése:

„A betonok fagy-, illetve fagy- és olvasztósó-állóságát valamennyi XF és XF(H) környezeti osztályban az 5.5.5. szakasz szerint meg kell vizsgálni. A beton feleljen meg az 5.5.5. szakaszban foglalt követelményeknek.”

MSZ 4798:2016 NAD 6. táblázat: A beton fagy-, illetve fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálata a környezeti osztálytól függően

Fagyállóság vizsgálat	Fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálat
XF1 **A fagyállóság vizsgálata megegyezés esetén elhagyható, ha a beton az MSZ 4798:2016 szabvány F1. táblázata szerinti feltételeknek megfelel**	**—**
XF3	**XF2**
A beton feleljen meg a NAD 7. - NAD 9. táblázat valamelyike szerinti követelménynek. A vizsgálat megegyezés esetén elhagyható, ha a szilárd beton légbuborék szerkezete a NAD 10. táblázat szerinti követelményeknek megfelel.	
XF3(H)	**XF2(H)**
A beton feleljen meg a NAD 7. - NAD 9. táblázat valamelyike szerinti követelménynek.	

MSZ 4798:2016 NAD 6. táblázat: A beton fagy-, illetve fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálata a környezeti osztálytól függően

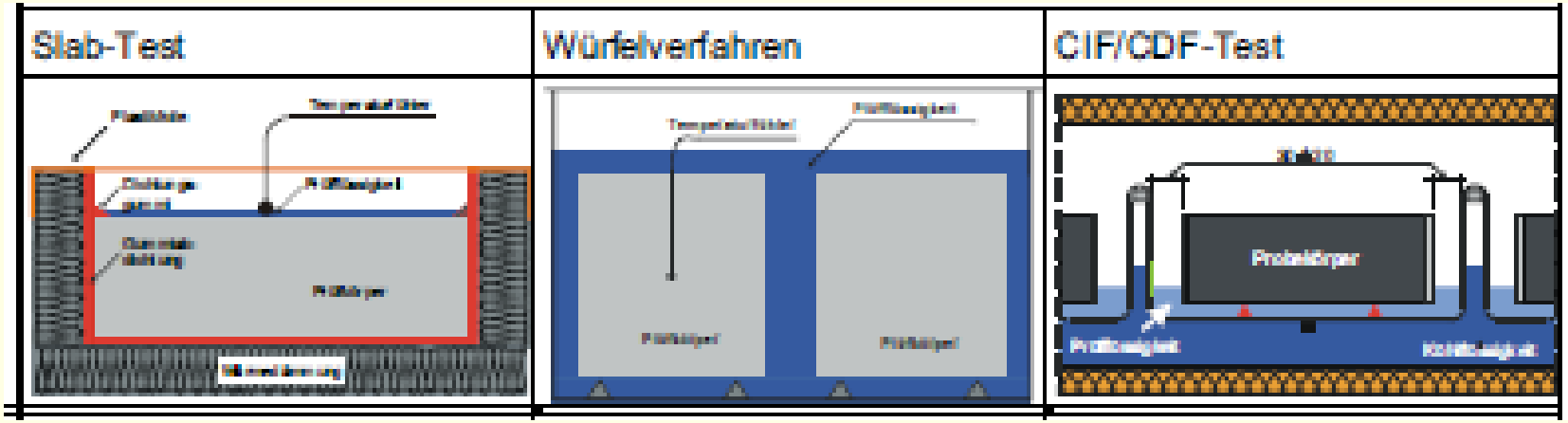
Fagyállóság vizsgálat	Fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálat
—	XF4 A fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálatot és a légbuborék szerkezet vizsgálatot is el kell végezni. A beton feleljen meg a NAD 7. - NAD 9. táblázat valamelyike szerinti fagy- és olvasztósó-állósági követelménynek. A légbuborék szerkezet elégítse ki a NAD 10. táblázat szerinti követelményeket
—	XF4(H) A fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálatot és vízzáróság vizsgálatot is el kell végezni. A beton feleljen meg a NAD 7. - NAD 9. táblázat valamelyike szerinti fagy- és olvasztósó-állósági követelménynek. Az MSZ EN 12390-8:2009 szerint meghatározott legnagyobb vízbehatolás ne legyen több 20 mm-nél.

Az MSZ 4798:2016 szabvány a fagyállóság, illetve a fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálatára az MSZ CEN/TS 12390-9:2007 szabvány szerinti három-három féle módszert ajánlja, amelyek közül az alkalmazandó módszert az érdekelt felek szabadon választhatják ki. A módszerek a következők:

– peremes hámlasztási felületvizsgálat;

– bemerítéses kockavizsgálat;

– kapilláris felszívásos hámlasztási CF (CIF), illetve CDF vizsgálat.



Forrás: *Siebel, E.* et al.: Übertragbarkeit von Frost-Laborprüfungen auf Praxisverhältnisse. Deutscher Ausschuss für Stahlbeton. Beuth. Berlin, 2005.

MSZ 4798:2016 NAD 7. táblázat: Fagyállóság, illetve fagy- és olvasztósó-állóság követelménye peremes hámlasztás esetén

	Fagyállóság vizsgálat	Fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálat
Vizsgálat	**Peremes hámlasztás**	
Fagyasztóközeg	**3 mm mély ionmentes víz**	**3 mm mély 3 %-os NaCl oldat**
Megengedett legnagyobb tömegveszteség	**XF1 esetén: átlag: 1500 g/m^2, egyedi: 2000 g/m^2**	**XF2 és XF2(H) esetén: átlag: 1500 g/m^2, egyedi: 2000 g/m^2**
	XF3 és XF3(H) esetén: átlag: 1000 g/m^2, egyedi: 1350 g/m^2	**XF4 és XF4(H) esetén: átlag: 1000 g/m^2, egyedi: 1350 g/m^2**

MSZ 4798:2016 NAD 8. táblázat: Fagyállóság, illetve fagy- és olvasztósó-állóság követelménye bemerítéses kockavizsgálat esetén

	Fagyállóság vizsgálat	Fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálat
Vizsgálat	Bemerítéses kockavizsgálat	
Fagyasztó-közeg	A próbatestet (25±5) mm-rel ellepő ionmentes víz	A próbatestet (25±5) mm-rel ellepő 3%-os NaCl oldat
Megenge-dett leg-nagyobb tömeg-veszteség	XF1 esetén: átlag: 6,5 tömeg%, egyedi: 7,5 tömeg%	XF2 és XF2(H) esetén: átlag: 6,5 tömeg%, egyedi: 7,5 tömeg%
	XF3 és XF3(H) esetén: átlag: 4,0 tömeg%, egyedi: 5,0 tömeg%	XF4 és XF4(H) esetén: átlag: 4,0 tömeg% egyedi: 5,0 tömeg%

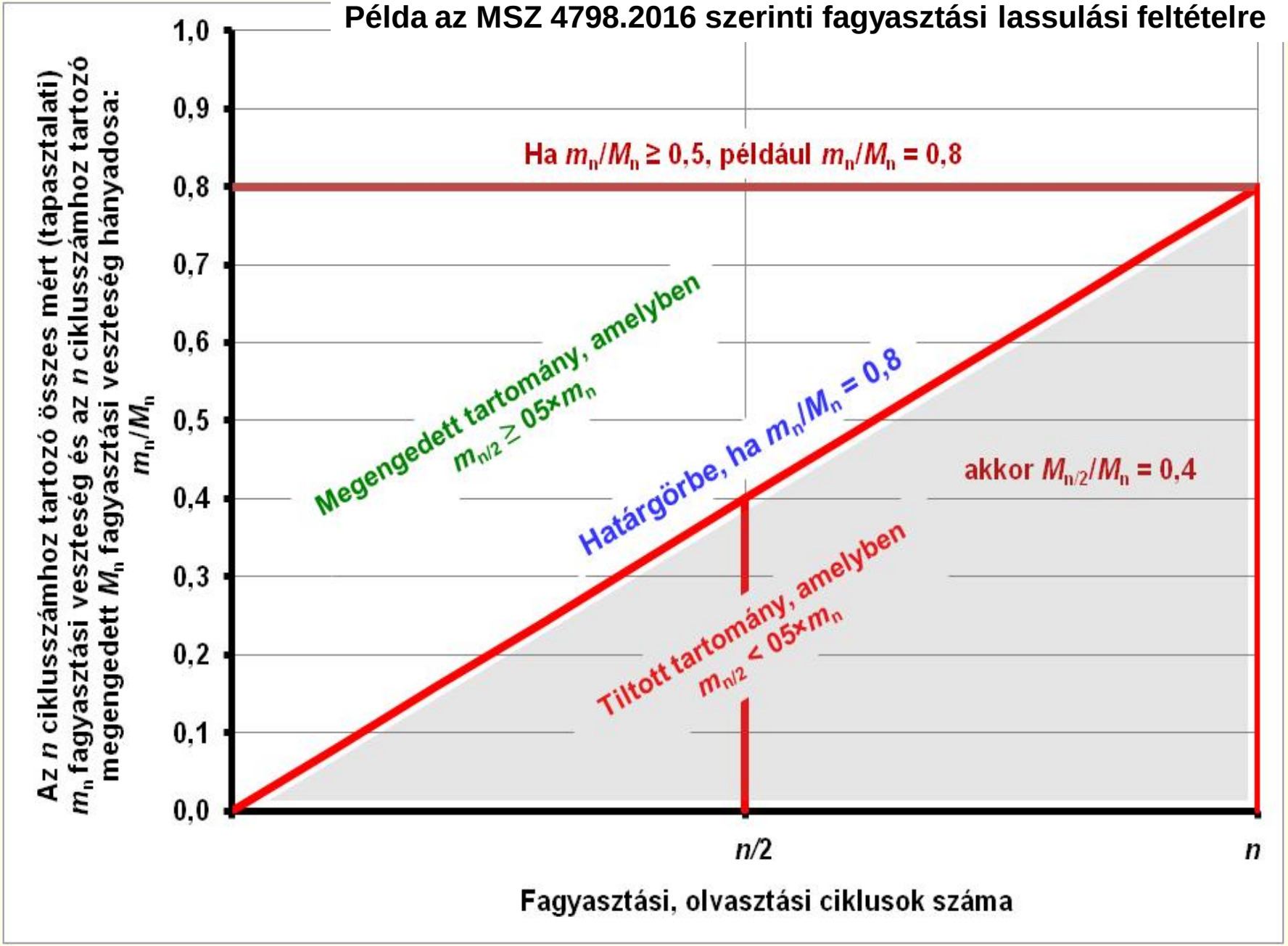
MSZ 4798:2016 NAD 9. táblázat: Fagyállóság, illetve fagy- és olvasztósó-állóság követelménye kapilláris felszívódásos hámlasztás esetén

	Fagyállóság vizsgálat	Fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálat
Vizsgálat	Kapilláris felszívásos hámlasztás	
	„CF” vizsgálat	„CDF” vizsgálat
Fagyasztóközeg	10 mm mély ionmentes víz	10 mm mély 3%-os NaCl oldat
Megengedett legnagyobb tömegveszteség	XF1 esetén: átlag: 1500 g/m^2, egyedi: 2000 g/m^2	XF2 és XF2(H) esetén: átlag: 1500 g/m^2, egyedi: 2000 g/m^2
	XF3 és XF3(H) esetén: átlag: 1000 g/m^2, egyedi: 1350 g/m^2	XF4 és XF4(H) esetén: átlag: 1000 g/m^2, egyedi: 1350 g/m^2

A peremes hámlasztási és a kapilláris felszívásos hámlasztási vizsgálat esetén (az MSZ EN 13877-2:2013 „Betonburkolatok. 2. rész: Betonburkolatok rendeltetésnek megfelelő követelményei” és SN EN 206-1/NE:2013 szabványt követve) ajánlott az MSZ 4798:2016 szabvány szerinti fagyasztási lassulási feltétel betartása is: Ha az előírt *n* ciklusszám utáni összes mért (tapasztalati) fagyasztási veszteség (m_n) eléri az *n* ciklusszám után megengedett M_n fagyasztási veszteség felét vagy annál nagyobb ($m_n \geq M_n/2$), akkor a fagyasztási folyamat második felében ne legyen nagyobb a tömegveszteség, mint az első felében volt ($m_n - m_n/2 \leq m_n/2$.

Az m_n/M_n = 0,8 hányadoshoz tartozó határgörbe és megengedett fagyállósági görbe tartomány esetére a következő diakockán mutatunk be példát.

Példa az MSZ 4798.2016 szerinti fagyasztási lassulási feltételre



A fagyállóság vizsgálat elvégzését folyamatábrákkal lehet megkönnyíteni:

1. ábra: Légbuborék nélküli, olvasztósó hatásának ki nem tett, ionmentes vízben fagyasztott, XF1 és XF3(H) környezeti osztályú beton fagyállóság vizsgálatának folyamatábrája

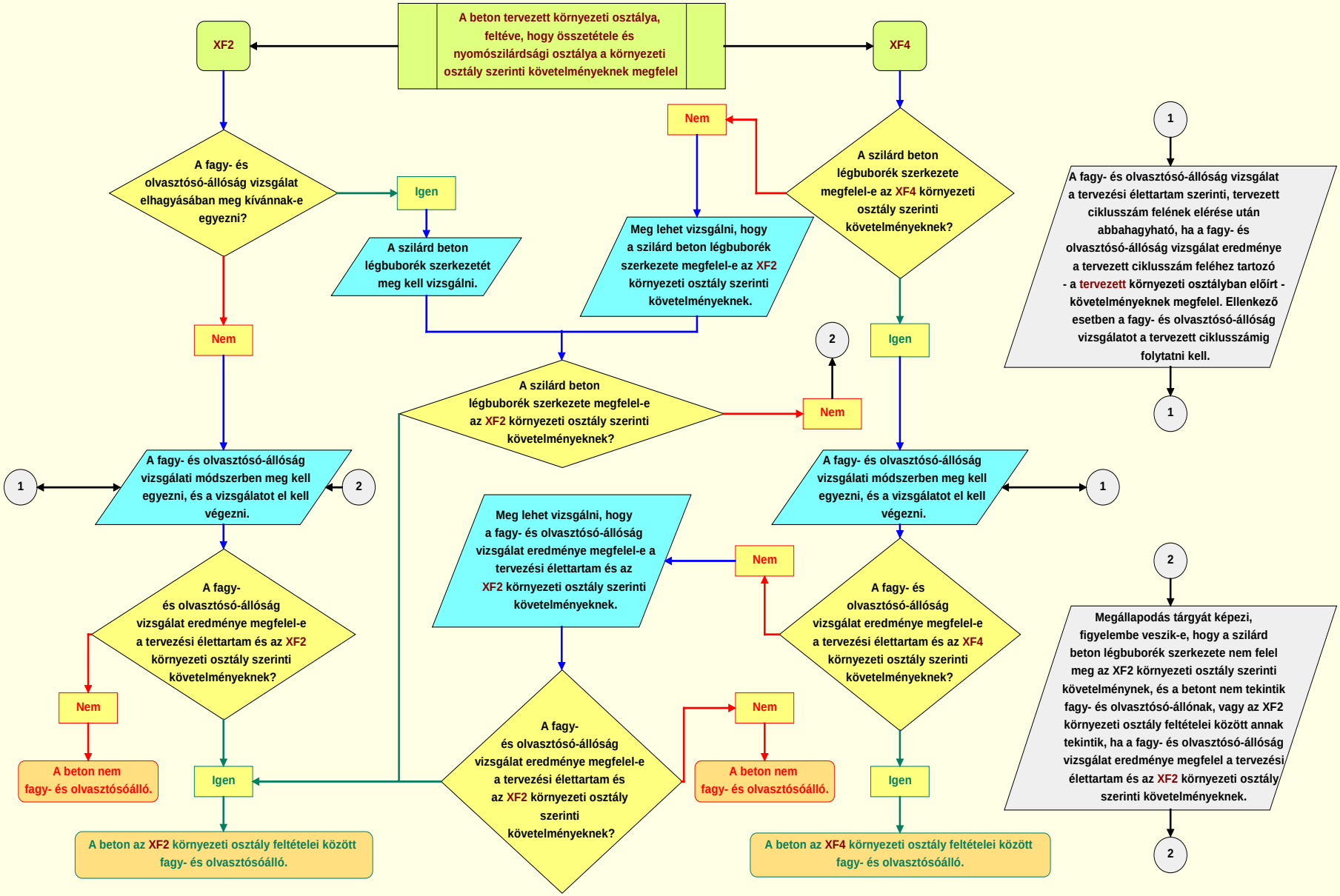
2. ábra: Légbuborékképző adalékszerrel készített, olvasztósó hatásának ki nem tett, ionmentes vízben fagyasztott, XF3 környezeti osztályú beton fagyállóság vizsgálatának folyamatábrája

3. ábra: Légbuborékképző adalékszerrel készített, olvasztósó hatásának kitett, 3%-os NaCl oldatban fagyasztott, XF2 és XF4 környezeti osztályú beton fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálatának folyamatábrája

4. ábra: Légbuborék nélküli, olvasztósó hatásának kitett, 3%-os NaCl oldatban fagyasztott, XF2(H) és XF4(H) környezeti osztályú beton fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálatának folyamatábrája

A négy fagyállósági folyamatábra nagyobb léptékben itt tekinthető meg:
http://www.betonopus.hu/notesz/fagyallosagi-folyamatabra.pdf

A következő diakockán példaképpen a légbuborékképző adalékszerrel készített, olvasztósó hatásának kitett, 3%-os NaCl oldatban fagyasztott, XF2 és XF4 környezeti osztályú beton fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálatának folyamatábrája látható (3. ábra).



3. ábra: Légbuborékképző adalékszerrel készített, olvasztósó hatásának kitett, 3%-os NaCl oldatban fagyasztott, XF2 és XF4 környezeti osztályú beton fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálatának folyamatábrája

Kémiai korrózió

MSZ 4798:2016 szabvány 1. táblázat: Környezeti osztályok

6. Kémiai korrózió		
6.1. Természetes talaj és talajvíz, valamint egyéb természetes vizek okozta kémiai korrózió **Amikor a beton ki van téve a természetes talajból és talajvízből, valamint egyéb természetes vizekből származó anyagok kémiai korróziójának, akkor az igénybevételt a következőképpen kell osztályozni:**		
XA1	**Enyhén agresszív kémiai környezet**	**Természetes talajnak és talajvíznek, valamint egyéb természetes víznek kitett beton a 2. táblázat szerint**
XA2	**Mérsékelten agresszív kémiai környezet**	**Természetes talajnak és talajvíznek , valamint egyéb természetes víznek kitett beton a 2. táblázat szerint**
XA3	**Nagymértékben agresszív kémiai környezet**	**Természetes talajnak és talajvíznek, valamint egyéb természetes víznek kitett beton 2. táblázat szerint**

MSZ 4798:2016 szabvány 2. táblázat: Környezeti osztályok határértékei talajvíz és egyéb természetes vizek okozta kémiai korróziótól függően

Kémiai jellemző	Vizsgálati módszer	XA1	XA2	XA3
Talajvíz és egyéb természetes vizek				
SO_4^{2-}, mg/l Duzzadásos korrózió	MSZ EN 196-2 *MSZ EN ISO 10304-1*	≥ 200 és ≤ 600	> 600 és ≤ 3000	>3000 és ≤ 6000
pH Oldódásos korrózió	ISO 4316 MSZ EN ISO 10523	≤ 6,5 és ≥ 5,5	< 5,5 és ≥ 4,5	< 4,5 és ≥ 4,0
agresszív CO_2, mg/l Oldódásos korrózió	MSZ EN 13577	≥ 15 és ≤ 40	> 40 és ≤ 100	> 100 telítettségig
NH^{4+}, mg/l Oldódásos korrózió	MSZ ISO 7150-1	≥ 15 és ≤ 30	> 30 és ≤ 60	> 60 és ≤ 100
Mg^{2+}, mg/l Oldódásos korrózió	MSZ EN ISO 7980	≥ 300 és ≤ 1000	> 1000 és ≤ 3000	> 3000 telítettségig
Kloridtartalmú talajvizek és egyéb természetes vizek esetén a betont a kloridtartalom szempontjából az XD2 környezeti osztályba kell sorolni.				

MSZ 4798:2016 szabvány 2. táblázat: Környezeti osztályok határértékei talaj okozta kémiai korróziótól függően

Kémiai jellemző	Vizsgálati módszer	XA1	XA2	XA3
Talaj				
SO_4^{2-} összes, mg/kg Duzzadásos korrózió	MSZ EN 196-2	≥ 2000 és ≤ 3000	> 3000 és ≤ 12000	> 12000 és ≤ 24000
Savassági fok *Baumann-Gully* szerint, ml/kg Oldódásos korrózió	EN 16502	> 200	A gyakorlatban nem fordul elő	
A 10^{-5} m/s áteresztőképesség alatti agyagtalajokat alacsonyabb osztályba szabad sorolni.				

MSZ 4798.2016 F1. táblázat: Határértékek a beton összetételére és tulajdonságaira Alkalmazási terület	Környe-zeti osztály jele	Beton nyomó-szilárd-sági osztá-lya leg-alább	Beton cement-tartal-ma leg-alább kg/m^3	Beton víz-cement tényé-zője legfel-jebb	Friss beton tervezett levegőtartalma
6.1. Talaj és talajvíz kémiai korróziójának ellenálló beton és vasbeton szerkezetek					
Agresszív talajjal vagy talajvízzel érintkező, enyhén korrózióálló beton	XA1	C30/37	300	0,55	NAD F2. táblázat szerinti érték legyen
Agresszív talajjal vagy talajvízzel érintkező, mérsékelten korrózió- és szulfátálló beton	XA2	C30/37	320	0,50	
Agresszív talajjal vagy talajvízzel érintkező, erősen korrózió- és szulfátálló beton	XA3	C35/45	360	0,45	

Kör-nye-zeti oszt.	Agresz-zív ható-anyagok	Következ-ménye		Várhatóan a legjobb	Várhatóan jó	Esetleg még jó	Rossz
				megoldás a korrózióállság szempontjából			
XA1	Szulfá-tok	Beton	Duzza-dás	CEM I-SR 0, CEM II/B-S-MSR, CEM II/B-V-MSR, CEM II/B-M(S-V)-MSR, CEM III/B-SR	CEM I-SR 5, CEM II/A-S-MSR, CEM II/A-V-MSR, CEM III/A-MSR, CEM I + 30% V	CEM I + 20% V, CEM IV/B-SR	CEM I, ha nem SR, ill. kiegészítőanyag nélkül; CEM II, ha nem MSR
	Savak		Oldó-dás	CEM II/B-S + 5% Mk, CEM II/B-S + 11% D, CEM II/B-V + 5% Mk, CEM II/B-V + 11% D, CEM III/B	CEM II/A-S + 11% Mk, CEM II/A-S + 11% D, CEM II/A-V + 11% Mk, CEM II/A-V + 11% D, CEM III/A	CEM II/B-S, CEM II/B-V, CEM II/B-M(S-V)	CEM I; CEM II kiegészítőanyag nélkül; CEM II-LL, CEM II-M (S-LL), CEM II-M (V-LL)
XA2	Szulfá-tok		Duzza-dás	CEM I-SR 0, CEM III/B-SR	CEM I-SR 3, CEM II/B-S-MSR, CEM II/B-V-MSR, CEM II/B-M(S-V)-MSR	CEM I-SR 5, CEM II/A-S-MSR, CEM II/A-V-MSR, CEM III/A-MSR, CEM I + 30% V	CEM I, ha nem SR, ill. kiegészítőanyag nélkül; CEM II, ha nem MSR
	Savak		Oldó-dás	CEM III/B, CEM III/C	CEM II/B-S +5% Mk, CEM II/B-S + 11% D, CEM II/B-V + 5% Mk, CEM II/B-V + 11% D, CEM III/A	CEM II/A-S + 11% Mk, CEM II/A-S + 11% D, CEM II/A-V + 11% Mk, CEM II/A-V + 11% D	CEM I; CEM II kiegészítőanyag nélkül; CEM II-LL, CEM II-M (S-LL), CEM II-M (V-LL)

Kör-nye-zeti oszt.	Agresz-zív ható-anyagok	Következ-ménye		Várhatóan a legjobb	Várhatóan jó	Esetleg még jó	Rossz
				megoldás a korrózióállság szempontjából			
XA1	Szulfá-tok	Beton	Duzza-dás	CEM I-SR 0, CEM II/B-S-MSR, CEM II/B-V-MSR, CEM II/B-M(S-V)-MSR, CEM III/B-SR	CEM I-SR 5, CEM II/A-S-MSR, CEM II/A-V-MSR, CEM III/A-MSR, CEM I + 30% V	CEM I + 20% [illegible] CEM IV[illegible]	[illegible]em [illegible], ill. kiegészítőanyag nélkül; CEM II, ha nem MSR
	Savak		Oldó-dás	CEM II/B-S + 5% Mk, CEM II/B-S + 11% D, CEM II/B-V + 5% Mk, CEM II/B-V + 11% D, CEM III/B	CEM II/A-S + 11% Mk, CE[illegible] II/A-S + CE[illegible] [illegible]Mk, [illegible]M II/A-V + [illegible]1% D, CEM III/A	CEM II/B-S, CEM II/B-V, CEM II/B-M(S-V)	CEM I; CEM II kiegészítőanyag nélkül; CEM II-LL, CEM II-M (S-LL), CEM II-M (V-LL)
XA2	Szulfá-tok		Duzza-dás	[illegible]-SR 0, [illegible]EM III/B-SR	CEM I-SR 3, CEM II/B-S-MSR, CEM II/B-V-MSR, CEM II/B-M(S-V)-MSR	CEM I-SR 5, CEM II/A-S-MSR, CEM II/A-V-MSR, CEM III/A-MSR, CEM I + 30% V	CEM I, ha nem SR, ill. kiegészítőanyag nélkül; CEM II, ha nem MSR
	Savak		Oldó-dás	CEM III/B, CEM III/C	CEM II/B-S +5% Mk, CEM II/B-S + 11% D, CEM II/B-V + 5% Mk, CEM II/B-V + 11% D, CEM III/A	CEM II/A-S + 11% Mk, CEM II/A-S + 11% D, CEM II/A-V + 11% Mk, CEM II/A-V + 11% D	CEM I; CEM II kiegészítőanyag nélkül; CEM II-LL, CEM II-M (S-LL), CEM II-M (V-LL)

http://www.betonopus.hu/notesz/cementek-korroziv-korny.pdf

Kör-nye-zeti osz-tály	Meg-hatá-rozó ag-resz-szív ható-anya-gok	Környezeti hatás következ-ménye		Várhatóan a legjobb	Várhatóan jó	Esetleg még jó	Rossz
				megoldás a korrózióállság szempontjából			
XA3	Szulfá-tok	Beton	duzzadás	CEM III/C-SR	CEM I-SR 0, CEM III/B-SR	CEM I-SR 3, CEM II/B-S-MSR, CEM II/B-V-MSR, CEM II/B-M(S-V)-MSR	CEM I, ha nem SR; CEM II, ha nem MSR
	Savak		oldódás	CEM III/C	CEM III/B	CEM II/B-S +5% Mk, CEM II/B-S + 11% D, CEM II/B-V + 5% Mk, CEM II/B-V + 11% D, CEM III/A	CEM I; CEM II kiegészítőanyag nélkül; CEM II-LL, CEM II-M (S-LL), CEM II-M (V-LL)

Ajánlás kötőanyagok alkalmazására

http://www.betonopus.hu/notesz/cementek-korroziv-korny.pdf

6.2. A szulfátálló, általános felhasználású cementek (SR-cementek) összetétele és jelölése

Az EN 197-1-nek megfelelő szulfátálló általános felhasználású cementek hét terméket tartalmazó családját a 2. táblázat tartalmazza.

Ezek a következő három fő cementfajtába csoportosíthatók:

Szulfátálló portlandcement:

- CEM I-SR 0 Szulfátálló portlandcement (a klinker C_3A tartalma = 0%).
- CEM I-SR 3 Szulfátálló portlandcement (a klinker C_3A tartalma $\leq$ 3%).
- CEM I-SR 5 Szulfátálló portlandcement (a klinker C_3A tartalma $\leq$ 5%).

Szulfátálló kohósalakcement:

- CEM III/B-SR Szulfátálló kohósalakcement (a klinker C_3A tartalmára nincs követelmény).
- CEM III/C-SR Szulfátálló kohósalakcement (a klinker C_3A tartalmára nincs követelmény).

Szulfátálló puccolláncement:

- CEM IV/A-SR Szulfátálló puccolláncement (a klinker C_3A tartalma $\leq$ 9%).
- CEM IV/B-SR Szulfátálló puccolláncement (a klinker C_3A tartalma $\leq$ 9%).

A szulfátálló általános felhasználású cementek családjának hét terméke az összetétele alapján feleljen meg a 2. táblázat előírásainak. A cementfajták jelölése feleljen meg a szabvány követelményeinek úgy, hogy a CEM I cementek esetében az SR 0, az SR 3, az SR 5, a CEM III és CEM IV cementek esetében pedig csak az „SR" kiegészítő jelöléseket kell hozzáfűzni.

MSZ 4798:2016 szabvány 1. táblázat: Környezeti osztályok

6.2. Egyéb agresszív vizek és folyadékok okozta kémiai korrózió **Amikor a beton agresszív csapadékvízzel, agresszív kommunális vízzel, agresszív ipari és mezőgazdasági szennyvízzel, illetve egyéb agresszív folyadékkal, kondenzációs vízzel érintkezik, akkor az igénybevételt a következőképpen kell osztályozni:**		
XA4(H)	**Csapadékvíz, kommunális szennyvíz, illetve ezek gőze vagy permete éri a mérsékelten korrozió- és saválló betont**	**Esővíz tároló műtárgyak, kommunális csatornázási elemek, trágyalé tároló medencék a NAD 2. táblázat szerint**
XA5(H)	**Ipari és mezőgazdasági szennyvíz és egyéb agresszív folyadék, illetve ezek gőze vagy permete éri a közepesen korrózió- és saválló betont**	**Csatornázási elemek, szennyvíz ülepítő medencék, hulladéklerakók csurgalékvíz tároló medencéi, terménytárolók a NAD 2. táblázat szerint**
XA6(H)	**Nagyon agresszív ipari szennyvíz vagy folyadék, illetve ezek gőze vagy permete éri a fokozottan korrózióálló betont**	**Tisztítatlan ipari szennyvizekkel és kemikáliákkal érintkező betonok, hűtőtornyok füstgáz elvezetéssel, állatetető vályúk és mezőgazdasági erjesztő silók a NAD 2. táblázat szerint**

NAD 2. táblázat: Környezeti osztályok a csapadékvizek, kommunális, ipari és mezőgazdasági szennyvizek és egyéb agresszív folyadékok, kondenzációs vizek kémiai korróziót okozó jellemző értékeitől függően

Kémiai jellemző	Vizsgálati módszer	Környezeti osztály		
		XA4(H)	XA5(H)	XA6(H)
pH érték Oldódásos korrózió Kénsav-korrózió esetén járulékos duzzadásos korrózió is	MSZ EN ISO 10523 MSZ EN 15933 MSZ 260-4 MSZ 1484-22	< 6,5 és ≥ 5,0	< 5,0 és ≥ 4,0	< 4,0 és ≥ 3,5
Vízkeménység Oldódásos korrózió	MSZ 448-21	3 – 7 nk° 0,54 – 1,25 (mmol/liter) lágy víz	0 – 3 nk° 0 – 0,54 (mmol/liter) nagyon lágy víz	
Biokémiai oxigénigény 5 napos, BOI_5, mg/l Oldódásos korrózió	MSZ EN 1899-1 MSZ EN 1899-2	5 – 200	200 – 1000	>1000
Dikromátos kémiai oxigénigény, KOI_k, mg/l Oldódásos korrózió	MSZ ISO 6060 *) MSZ 12750-21	8 – 350	350 – 1800	>1800

JAVASLAT

Kémiai jellemző	Vizsgálati módszer	Környezeti osztály		
		XA4(H)	XA5(H)	XA6(H)
Vízben oldott agresszív széndioxid (CO_2) mg/l Oldódásos korrózió	MSZ EN 13577 MSZ 448-23	15 – 40	40 – 100	> 100
Magnéziumion (Mg^{2+}), mg/l Oldódásos korrózió	MSZ EN ISO 7980 MSZ 260-52 MSZ EN ISO 14911 MSZ 1484-3	100-1000	1000-2500	> 2500
Ammóniumion (NH_4^+), mg/l Oldódásos korrózió	MSZ ISO 7150-1 MSZ 260-9 MSZ EN ISO 14911	15-30	30 – 60	> 60
SO_4^{2-} -tartalom, mg/l Oldódásos és duzzadásos korrózió	MSZ EN 196-2 MSZ EN ISO 10304-1	200-600	600 – 1500	> 1500

JAVASLAT

MSZ 4798:2016 NAD F1. táblázat: Határértékek a beton összetételére	Környezeti osztályok		
	Egyéb agresszív vizek és folyadékok (pl. kommunális, ipari és mezőgazdasági szennyvizek, csapadékvizek, kondenzációs vizek) kémiai korróziós hatása j)p)		
Környezeti osztály jele	XA4(H) k)	XA5(H) l)	XA6(H) m)
Legnagyobb v/c	Kiegészítőanyag adagolása esetén a legnagyobb víz/kötőanyag tényező		
	0,48	0,44	0,40
Legkisebb nyomószilárdsági osztály	C30/37	C35/45	C40/50
Legkisebb cementtartalom , kg/m^3	320, de lehetőleg legfeljebb 350		
Friss beton levegőtartalma, térfogat%	Friss beton tervezett levegőtartalma a NAD F2. táblázat szerinti érték legyen		
Egyéb követelmények	Vízbehatolás legnagyobb mélysége az 5.5.3. szakasz szerint meghatározva, legfeljebb, mm		
	50	35	20
	Az adalékanyag szemmegoszlása (M melléklet) célszerűen az 5.5.3. szakasz szerinti		

JAVASLAT

Környezeti osztály	Meghatározó agresszív hatóanyagok	Környezeti hatás következménye	Várhatóan a legjobb	Várhatóan jó	Esetleg még jó	Rossz
			megoldás a korrózióállság szempontjából			
XA4(H)	Szulfátok és savak	Beton duzzadás és oldódás	CEM I-SR 0 + 18% Mk, CEM I-SR 0 + 11% D, CEM II/B-S-MSR + 5% Mk, CEM II/B-S-MSR + 11% D, CEM II/B-V-MSR + 5% Mk, CEM II/B-V-MSR + 11% D, CEM III/B-SR	CEM I-SR 5 + 18% Mk, CEM I-SR 5 + 11% D, CEM II/A-S-MSR + 11% Mk, CEM II/A-S-MSR + 11% D, CEM II/A-V-MSR + 11% Mk, CEM II/A-V-MSR + 11% D, CEM III/A-MSR	CEM I-SR 5 + 20% V, CEM IV/B-SR	CEM I, ha nem SR és kiegészítőanyag nélkül; CEM II, ha nem MSR és kiegészítőanyag nélkül
XA5(H)			CEM I-SR 0 + 18% Mk, CEM I-SR 0 + 11% D és mindegyikre megfelelő felületi bevonat	CEM I-SR 3 + 18% Mk, CEM I-SR 3 + 11% D, CEM II/B-S-MSR + 5% Mk, CEM II/B-S-MSR + 11% D, CEM II/B-V-MSR + 5% Mk, CEM II/B-V-MSR + 11% D, CEM III/B-SR és mindegyikre megfelelő felületi bevonat	CEM I-SR 5 + 18% Mk, CEM I-SR 5 + 11% D, CEM II/A-S-MSR + 11% Mk, CEM II/A-S-MSR + 11% D, CEM II/A-V-MSR + 11% Mk, CEM II/A-V-MSR + 11% D, CEM III/A-MSR	CEM I, ha nem SR és kiegészítőanyag nélkül; CEM II, ha nem MSR és kiegészítőanyag nélkül

Ajánlás kötőanyagok alkalmazására

Kör-nyezeti osztály	Megha-tározó agresz-szív ható-anyagok	Környezeti hatás következ-ménye	Várhatóan a legjobb	Várhatóan jó	Esetleg még jó	Rossz
			megoldás a korrózióállság szempontjából			
XA5(H)	Savak	Beton	Oldó-dás	CEM III/C és megfelelő felületi bevonat	CEM III/B és megfelelő felületi bevonat	CEM III/B	CEM I, CEM II, CEM III/A
XA6(H)	Szulfátok és savak		Duzza-dás és oldó-dás	CEM I-SR 0 + 18% Mk, CEM I-SR 0 + 11% D és mindegyikre megfelelő felületi bevonat	CEM I-SR 0 + 18% Mk, CEM I-SR 0 + 11% D és mindegyikre megfelelő felületi bevonat	CEM I-SR 3 + 18% Mk, CEM I-SR 3 + 11% D, CEM II/B-S-MSR + 5% Mk, CEM II/B-S-MSR + 11% D, CEM II/B-V-MSR + 5% Mk, CEM II/B-V-MSR + 11% D, CEM III/B-SR és mindegyikre megfelelő felületi bevonat	CEM I, ha nem SR 0 és kiegészítőanyag nélkül; CEM II, ha nem MSR és kiegészítőanyag nélkül

Ajánlás kötőanyagok alkalmazására

Kör-nyezeti osztály	Megha-tározó agresz-szív ható-anyagok	Környezeti hatás következ-ménye	Várhatóan a legjobb	Várhatóan jó	Esetleg még jó	Rossz
			megoldás a korrózióállság szempontjából			
XA5(H)	Savak		Oldó-dás	CEM III/C és megfelelő felületi bevonat	CEM III/B és megfelelő felületi bevonat	CEM III/B + 11% D, CEM II/B-V-MSR + 5% Mk, CEM II/B-V-MSR + 11% D, CEM III/B-SR és mindegyikre megfelelő felületi bevonat	CEM II, ha nem SR 0 és kiegészítőanyag nélkül; CEM II, ha nem MSR és kiegészítőanyag nélkül
XA6(H)	Szulfáto	Beto		CEM I felületi bevonat	mindegyikre megfelelő felületi bevonat		CEM I, ha nem SR 0 és kiegészítőanyag nélkül; CEM II, ha nem MSR és kiegészítőanyag nélkül

Az „ajánlás cementek és kiegészítőanyagok alkalmazására kémiai korrózióveszély esetén” egy összefoglaló táblázatban itt érhető el:
http://www.betonopus.hu/notesz/cementek-korroziv-korny.pdf

Az XA4(H) környezeti osztályban CEM I-SR vagy CEM II/A-S vagy CEM II/A-MSR portlandcement alkalmazása ajánlott, mindegyik metakaolin vagy szilikapor kiegészítőanyaggal, vagy CEM III/A-MSR vagy CEM III/B-SR kohósalakcement alkalmazása ajánlott kiegészítőanyag nélkül.

Az XA5(H) környezeti osztályban CEM I-SR 3 vagy CEM I-SR 0 portlandcement vagy alkalmazása ajánlott, mindegyik metakaolin vagy szilikapor kiegészítőanyaggal, vagy CEM III/B-SR kohósalakcement alkalmazása ajánlott kiegészítőanyag nélkül. *Ajánlott* a szerkezet felületi bevonása.

Az XA6(H) környezeti osztályban CEM I-SR 0 portlandcement alkalmazása ajánlott metakaolin vagy szilikapor kiegészítőanyaggal. *Kötelező* a szerkezet felületi bevonása.

KOPÁSÁLLÓSÁG

MSZ 4798:2016 1. táblázat: 7. Koptató hatás okozta korrózió Amikor a beton csiszoló, csúszó, gördülő, súrlódó igénybevétel, ütés vagy vízáramlás alatt mozgatott gördülő hordalék koptató hatása éri, akkor az ezekből származó igénybevételt a következők szerint kell osztályozni:		
XK1(H)	Könnyű szemcsés anyagok koptató igénybevétele. Gyalogos forgalom, fúvott kerekes járművek koptató igénybevétele	Könnyű adalékanyagok, termények stb. tárolására alkalmas silók, bunkerek, tartályok; járdák, lépcsők, garázspadozatok.
XK2(H)	Gördülő igénybevétel okozta koptató hatás nehéz terhek alatt, tömör gumi kerekes járművek.	Betonút, görgetett hordalékkal érintkező betonfelületek, villástargonca forgalom.
XK3(H)	Csúsztató-gördülő igénybevétel okozta koptató hatás igen nehéz terhek alatt, acél kerekes targonca forgalom.	Repülőtéri le- és felszálló pályák, valamint gurulóutak, nehézipari szerelőcsarnokok, konténerátrakó állomások.
XK4(H)	Csúsztató-gördülő igénybevétel okozta koptató hatás igen nehéz terhek alatt, nagy felületi pontosság és pormentesség igénye esetén.	Nehéz terheknek, hernyótalpas járműnek kitett térburkolatok, csarnokok és raktárak betonja. Kemény felületű, pormentes ipari padlóburkolatok. KÉREGERŐSÍTÉS NÉLKÜL

MSZ 4798:2016 NAD F1. táblázat: Határértékek a beton összetételére	Környezeti osztályok			
	Igénybevétel **koptatás** hatására			
Környezeti osztály jele	XK1(H)	XK2(H)	XK3(H)	XK4(H)
Legnagyobb v/c	0,50	0,45	0,40	0,38
Legkisebb nyomószilárdsági osztály	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55
Legkisebb cementtartalom, kg/m^3	310	330	350	370
4 mm feletti adalékanyag	*Kavics Zúzottkő*	*Kavics Zúzottkő*	*Zúzottkő*	*Zúzottkő*
Friss beton levegőtartalma, térfogat%	Friss beton tervezett levegőtartalma a NAD F2. táblázat szerinti érték legyen			
***Böhme*-féle koptatás**	Kopási térfogatveszteség , legfeljebb, cm^3			
Száraz/Vizes koptatás	14/21	12/18	10/16	8/14

VÍZZÁRÓSÁG

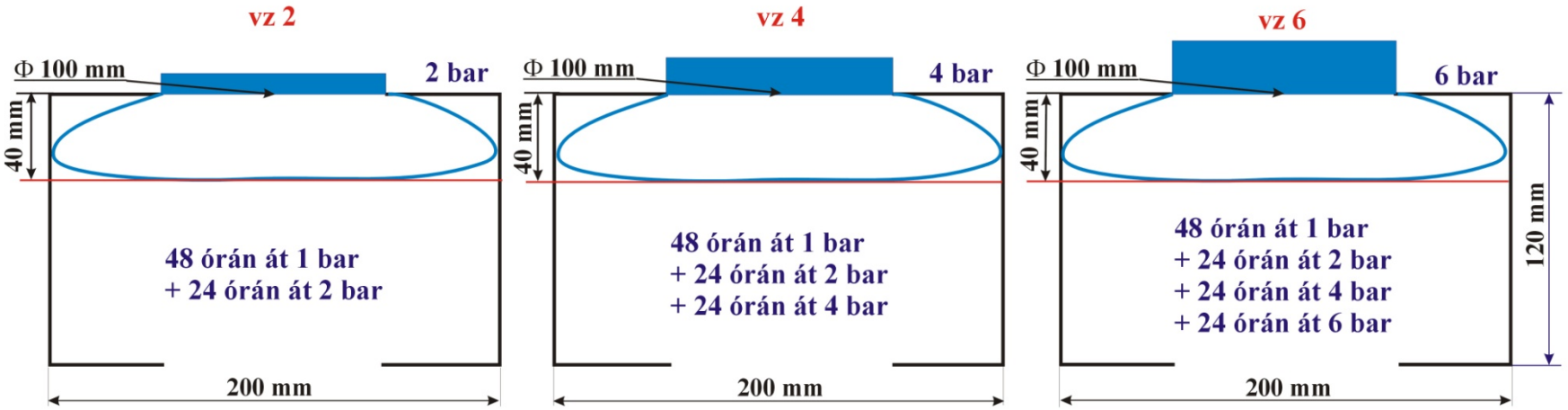
MSZ 4798:2016 1. táblázat: 8. Igénybevétel víznyomás hatására Amikor a betont víznyomás éri, akkor az igénybevételt a következők szerint kell osztályozni:		
XV1(H)	***Kis víznyomásnak kitett, (vz50 jelű) vízzáró beton, amely általában megfelel az állandóan legfeljebb 2 méter magas (0,02 N/mm^2 = 0,2 bar) víznyomás hatásának kitett helyen***	***Pincefal, csatorna, legfeljebb 2 m magas víztároló medence, áteresz, csapadékcsatorna, záportározó, esővízgyűjtő akna***
XV2(H)	***Fokozott víznyomásnak kitett, (vz35 jelű) közepesen vízzáró beton, amely általában megfelel az állandóan legfeljebb 10 méter magas (0,1 N/mm^2 = 1,0 bar) víznyomás hatásának kitett helyen***	***Vízépítési szerkezetek, gátak, partfalak, legfeljebb 10 magas víztároló medence, föld alatti garázsok, aluljárók külső határoló szerkezetei, külön szigetelőréteg nélkül.***
XV3(H)	***Nagy víznyomásnak kitett, (vz20 jelű) igen vízzáró beton, amely általában megfelel az állandóan legalább 10 méter magas (0,1 N/mm^2 = 1,0 bar) víznyomás hatásának kitett helyen***	***Vasbeton mélygarázsok, alagutak külső határoló szerkezetei, külön szigetelőréteg nélkül.***

MSZ 4798:2016 NAD F1. táblázat: Határértékek a beton összetételére	Környezeti osztályok				
	Igénybevétel vízfelvétel hatására		Igénybevétel víznyomás hatására		
Környezeti osztály jele	XV0(H)		XV1(H)	XV2(H)	XV3(H)
Legnagyobb v/c	0,50		0,55	0,50	0,45
Legkisebb nyomószilárdsági osztály	C30/37		C25/30	C30/37	C30/37
Legkisebb cementtartalom, kg/m³	300		300	300	300
Friss beton levegőtartalma, térfogat%	Friss beton tervezett levegőtartalma a NAD F2. táblázat szerinti érték legyen				
Egyéb követelmények	Legnagyobb vízfelvétel, tömeg%			Vízbehatolás legnagyobb mélysége az 5.5.3. szakasz szerint, mm	
	Beton	Vas-beton	Feszített vasbeton		
	6	4	2	50	35	20

JAVASLAT

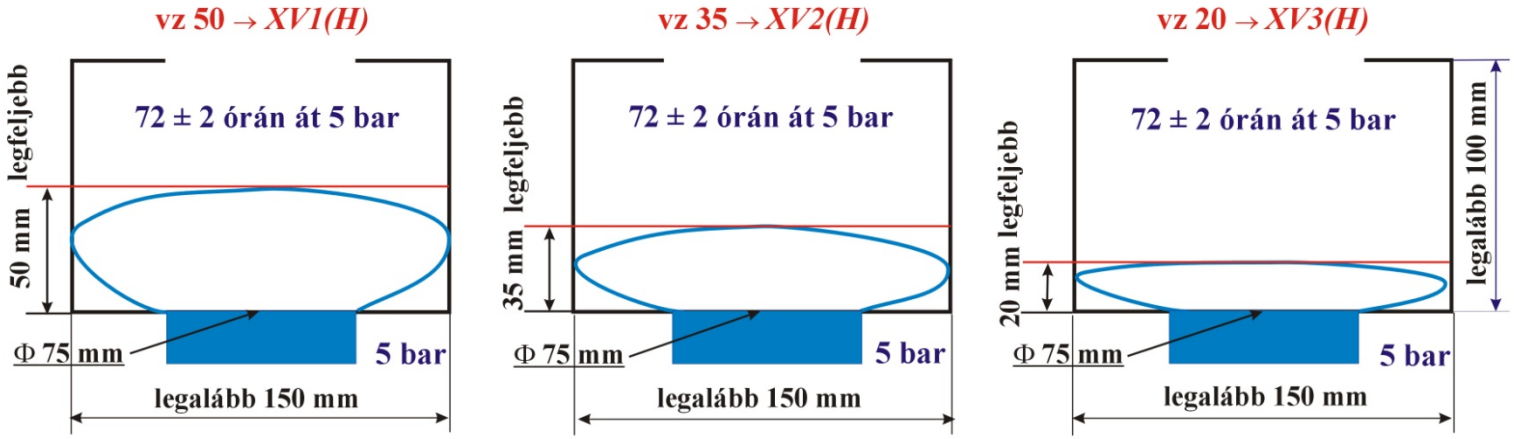
A próbatestek állapota: légszáraz

Vízzáróság vizsgálat az MSZ 4715-3:1972 szabvány szerint



A próbatestek állapota: vízzel telített

Vízzáróság vizsgálat az MSZ EN 12390-8:2009, illetve az MSZ 4798:2016 szabvány szerint



5 bar víz-túlnyomás = 5 att = 6 ata 5 bar = 50 H_2O m = 50 N/cm^2 = 0,5 MPa = 0,5 N/mm^2

***Ha** a beton, vasbeton vagy feszített vasbeton szerkezeti elemet **nem éri víznyomás, de** légköri nyomáson, állandóan **nedves környezetben van**, **akkor nem kell vízzáró betont készíteni**, illetve a betont nem kell XV1(H)-XV3(H) környezeti osztályba sorolni. Ilyen például a talajnedvességnek, talajpárának kitett alapozás vagy pincefal, vagy olyan mélygarázs, amelynek környezetében például vízelszívással tartósan megszüntették a víznyomást.*

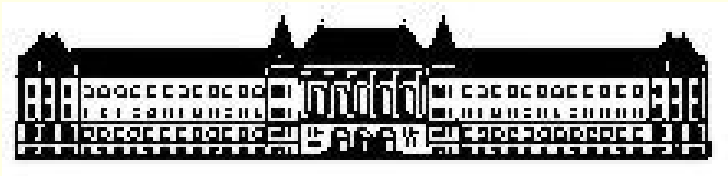
***XV0(H) környezeti osztályba sorolható** a nedves környezetű, de víznyomásnak ki nem tett*

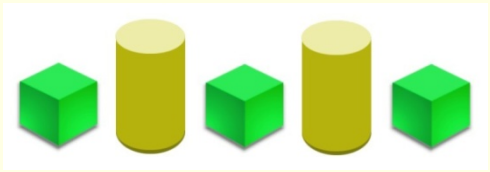
- ***beton**, ha a beton vízfelvétele ≤ 6,0 tömeg%*
- ***vasbeton** betonja, ha a beton vízfelvétele ≤ 4,0 tömeg%*
- ***feszített vasbeton** betonja, ha a beton vízfelvétele ≤ 2,0 tömeg%.*

Beton, betontechnológia
szakmai továbbképzés

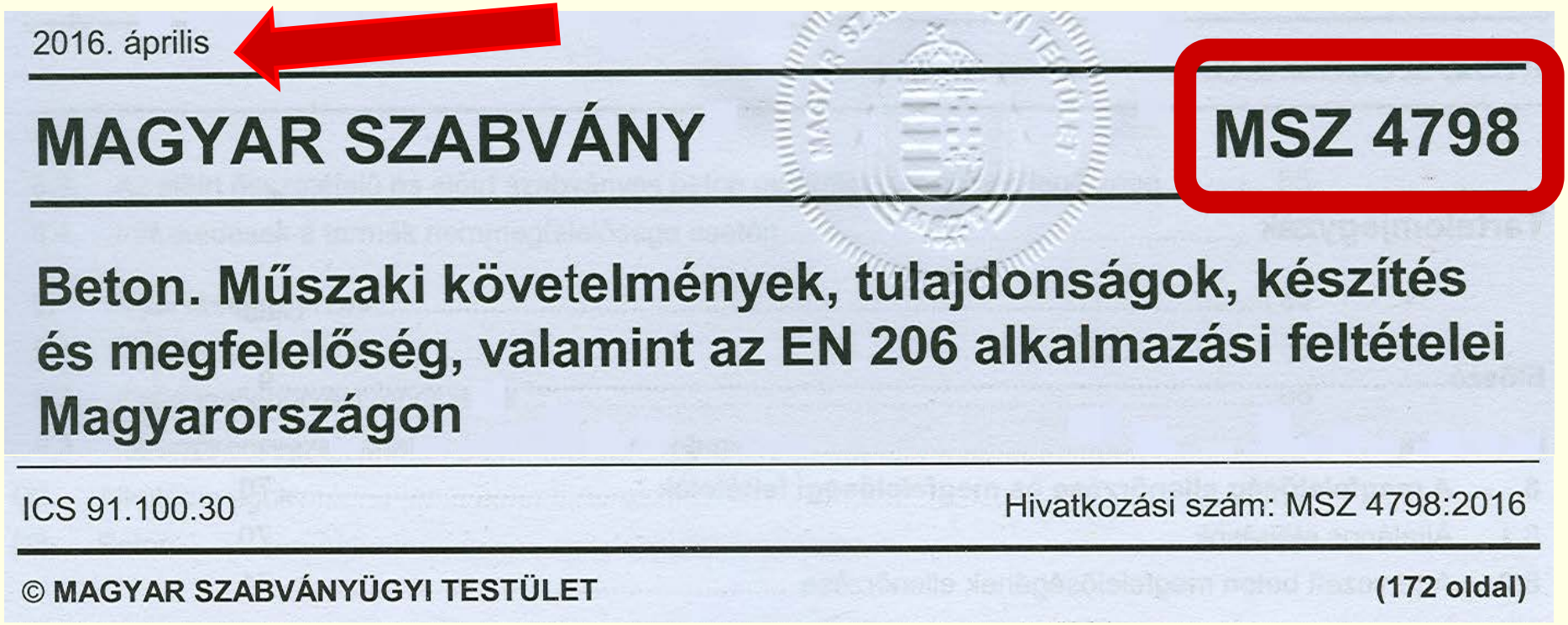
A BETONSZILÁRDSÁG ÉRTELMEZÉSE

DR. KAUSAY TIBOR
BME Építőanyagok és Magasépítés Tanszék





Zala Megyei Mérnöki Kamara
Zalaegerszeg, 2017. május 23.


2016. április

MAGYAR SZABVÁNY

MSZ 4798

Beton. Műszaki követelmények, tulajdonságok, készítés és megfelelőség, valamint az EN 206 alkalmazási feltételei Magyarországon

ICS 91.100.30

Hivatkozási szám: MSZ 4798:2016

© MAGYAR SZABVÁNYÜGYI TESTÜLET

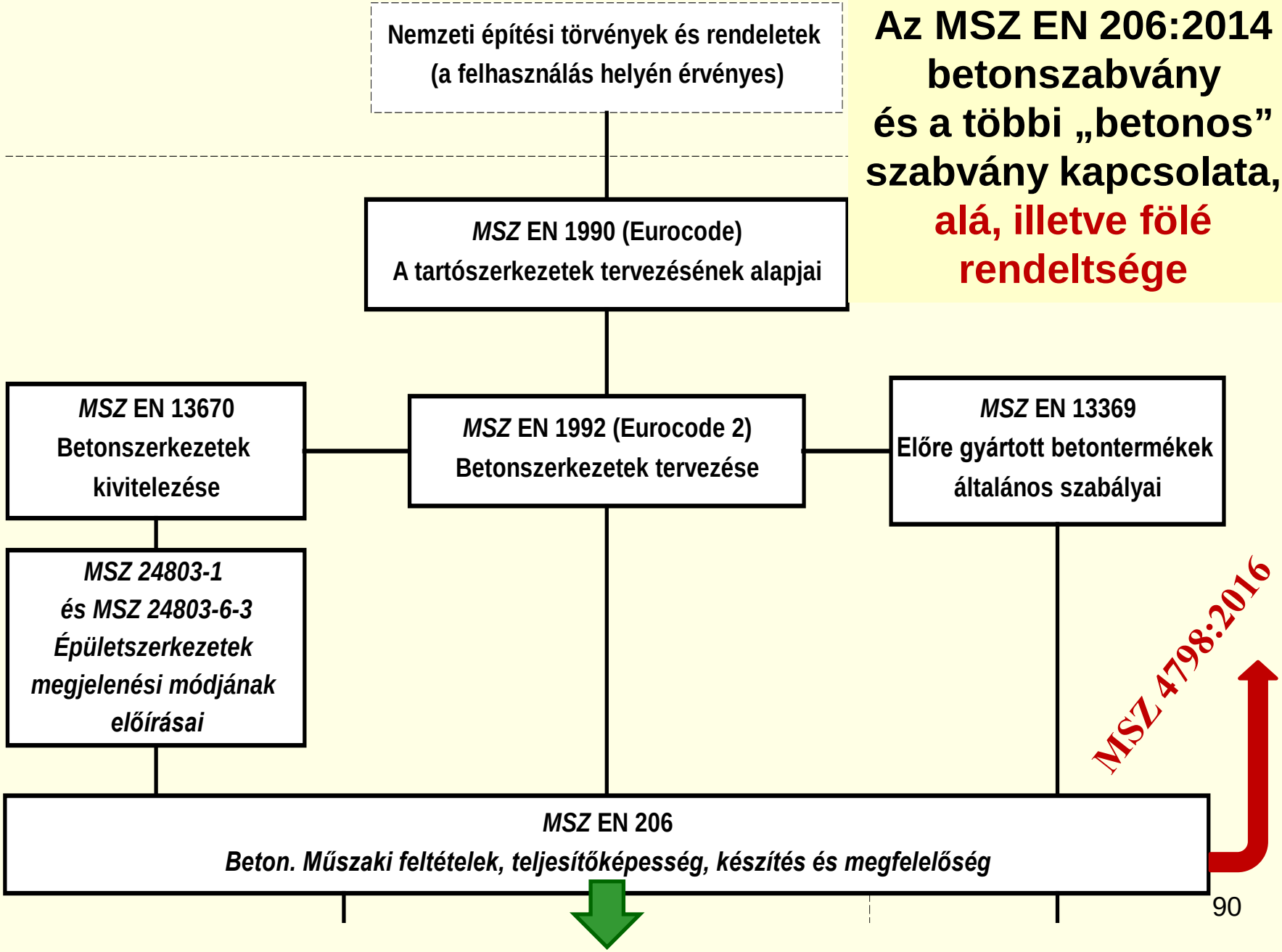
(172 oldal)

A szabvány a betonra mint termékre vonatkozik, és nem vonatkozik a szerkezetbe beépített betonra.

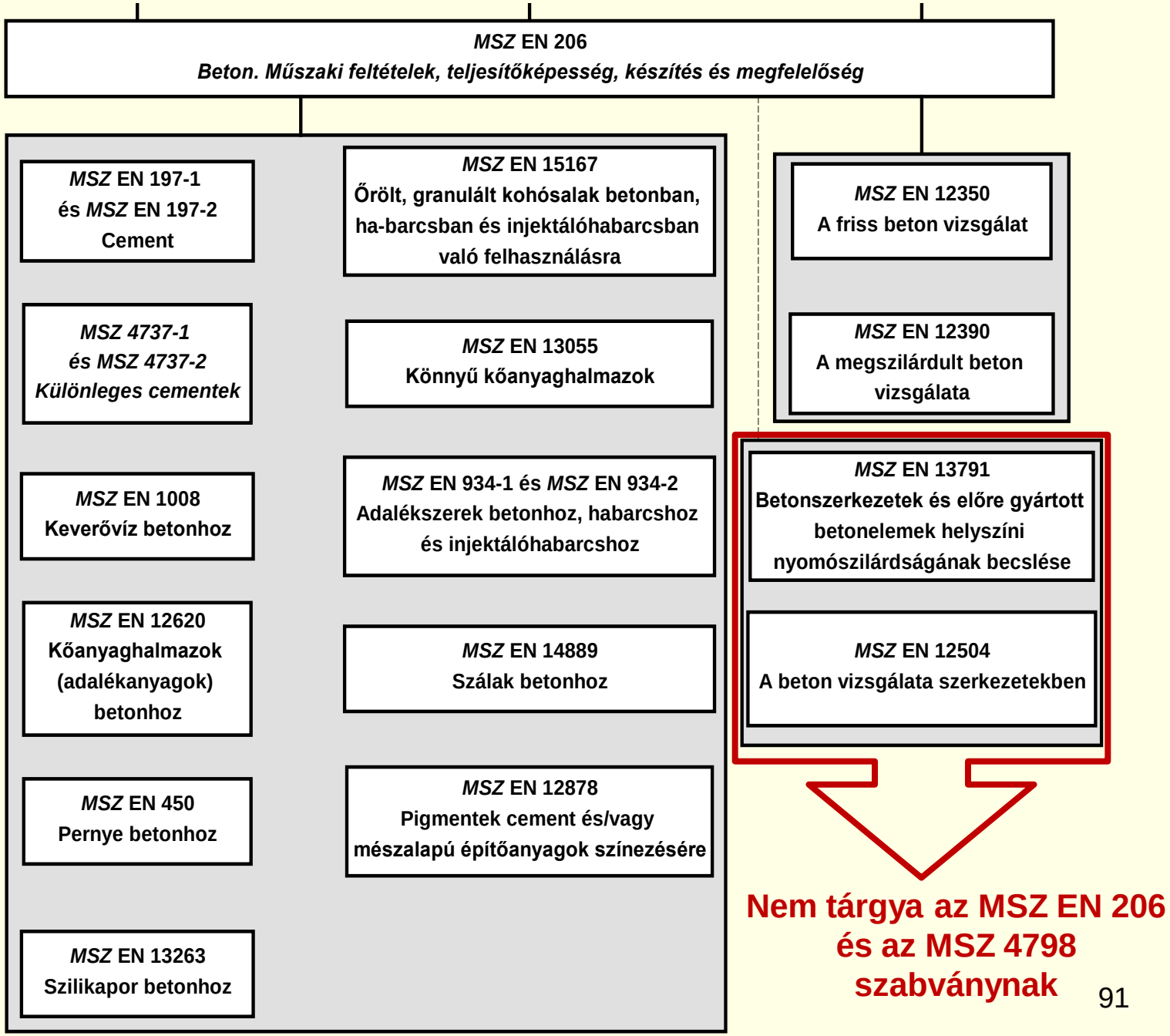
(9) Ez a szabvány az út- és térburkolatok betonjára csak akkor vonatkozik, ha az érvényben lévő útügyi műszaki előírás erre a szabványra hivatkozik.

(10) E szabvány az előregyártott beton-, és vasbeton elemek betonjára csak akkor vonatkozik, ha az érvényben lévő termék-, és tervezési szabványok erre a szabványra hivatkoznak. Az előre gyártott termékek, szerkezetek és az előre gyártott szerkezeti elemek a vonatkozó termékszabványok követelményeinek feleljenek meg.

Az MSZ EN 206:2014 betonszabvány és a többi „betonos” szabvány kapcsolata, alá, illetve fölé rendeltsége



Az MSZ EN 206:2014 betonszabvány és a többi „betonos” szabvány kapcsolata (az előző ábra folytatása)



Az Európai Parlament és az EU Tanácsa építési termékek forgalmazására vonatkozó harmonizált feltételek megállapításáról szóló 2011. március 9-i 305/2011/EU rendeletének I. melléklete szerint

az építménynek mind egészükben, mind különálló részeikben meg kell felelniük a rendeltetés szerinti használhatóság következő alapvető követelményeinek:

1. **Mechanikai szilárdság és állékonyság;**
2. **Tűzbiztonság;**
3. **Higiénia, az egészség- és a környezetvédelem;**
4. **Biztonságos használat és akadálymentesség;**
5. **Zajvédelem;**
6. **Energiatakarékosság és hővédelem;**
7. **Természeti erőforrások fenntartható használata.**

Az építményekre vonatkozó alapvető követelményeket az építési termékek forgalmazására vonatkozó harmonizált feltételek megállapításáról szóló 305/2011/EU rendelet (CPR = Construction Products Regulation = Építési termék rendelet) I. melléklete részletezi, a szilárdságra nézve így:

„1. Mechanikai szilárdság és állékonyság

Az építményeket úgy kell tervezni és megvalósítani, hogy a megvalósítás és a használat során várhatóan fellépő terhek ne eredményezzék a következő jelenségek egyikét sem:

a) az egész építménynek vagy az építmény egy részének összeomlása;

b) megengedhetetlen mértékű, jelentős alakváltozás;

c) az építmény más részeinek, illetve szerelvényeinek vagy beépített berendezéseinek károsodása az épület teherhordó szerkezetének jelentős alakváltozása miatt;

d) a kiváltó okhoz képest túlzott mértékű károsodás.”

A magyar országos településrendezési és építési követelményekről (OTÉK) szóló 253/1997. (XII. 20.) Korm. rendelet IV. Fejezete 50. § (3) bekezdése szerint

„Az építménynek meg kell felelnie a rendeltetési célja szerint

***a)* az állékonyság és a mechanikai szilárdság,**

***b)* a tűzbiztonság,**

***c)* a higiénia, az egészség- és a környezetvédelem,**

***d)* a biztonságos használat és akadálymentesség,**

***e)* a zaj és rezgés elleni védelem,**

***f)* az energiatakarékosság és hővédelem,**

***g)* az élet- és vagyonvédelem, valamint**

***h)* a természeti erőforrások fenntartható használata alapvető követelményeinek, és a tervezési programban részletezett előírásoknak."**

Az MSZ EN 1990:2011 „Eurocode: A tartószerkezetek tervezésének alapjai” című szabvány előszava szerint az Eurocode-okat az EU és az EFTA (Európai Szabadkereskedelmi Társulás) tagállamainak egyetértésével az „épületek és más építőmérnöki szerkezetek esetén a 89/106/EEC irányelv (ma 305/2011/EU rendelet) szerinti alapvető követelmények – különösen az

1. számú alapvető követelmény: Mechanikai szilárdság és stabilitás, és a

2. számú alapvető követelmény: Tűzhatással szembeni biztonság

– teljesülésének igazolására” alkalmazzák.

„… az Eurocode-okkal kapcsolatos munka során felmerülő műszaki szempontokat a CEN műszaki bizottságainak és/vagy az EOTA (Műszaki Engedélyeket, ma Európai Műszaki Értékeléseket Jóváhagyó Európai Szervezet) termékszabványok kidolgozásával foglalkozó munkacsoportjainak megfelelő módon figyelembe kell venniük annak érdekében, hogy ezek a műszaki előírások (EN-ek és ETA-k) teljes mértékben összhangban legyenek az Eurocode-okkal.”

Ez nyilvánvalóan kimondatlanul is vonatkozik a nemzeti szabványosítási műszaki bizottságok munkájára, illetve a nemzeti szabványokra, nemzeti alkalmazási dokumentumokra is; tehát, hogy a nemzeti szabványok, NAD-ok összhangban kell legyenek az Eurocode-okkal.

Az MSZ EN 1990:2011 Eurocode szabvány 2.1. szakasza szerint alapvető követelmény:

(1)P A tartószerkezeteket úgy kell megtervezni és megvalósítani, hogy az előirányzott élettartamuk során kellő megbízhatósággal és gazdaságosan

- viseljék a kivitelezés és a használat során várhatóan fellépő összes hatást, és legyenek alkalmasak az előirányzott használatra ► tervezési élettartam.

(2)P A tartószerkezeteket úgy kell továbbá megtervezni, hogy azok

- teherbírása ► nyomószilárdsági osztály,

- használhatósága és

- tartóssága ► környezeti osztály

megfelelő legyen.

(6) Az alapvető követelményeket általában

- **az anyagok alkalmas megválasztásával,**
- **megfelelő tervezéssel és szerkesztési szabályok alkalmazásával,**
- **a tervezés, a gyártás, a kivitelezés és a használat során az adott építési feladat szempontjainak figyelembevételével előírt ellenőrzési eljárások alkalmazásával**

kell kielégíteni.

A BETONSZILÁRDSÁG VIZSGÁLATA
A VIZSGÁLATI EREDMÉNYEK ÉRTÉKELÉSE

DR. KAUSAY TIBOR
BME Építőanyagok és Magasépítés Tanszék

A BETON JELE

C35/45 – $AC_{50}(H)$ – XC4 – XD2 – XA5(H) – XV2(H) – 32 – F4 – CEM I 42,5 N – SR 0 – Metakaolin – 100 év – MSZ 4798

Zala Megyei Mérnöki Kamara
Zalaegerszeg, 2017. május 23.

C35/45 – AC_{50}(H) – XC4 – XD2 – XA5(H) – XV2(H) – 32 – F4 – CEM I 42,5 N – SR 0 – Metakaolin – 100 év – MSZ 4798

C35/45 – AC_{50}(H) –	**beton nyomószilárdsági osztályának jele ◄;**
C25/30 56 napos –	**ha a beton a nyomószilárdsági osztály meghatározásakor nem 28 napos**
LC35/38 –	**könnyűbeton nyomószilárdsági osztályának jele;**
D1,8 –	**könnyűbeton testsűrűségi osztályának jele;**
bazalt zúzottkő –	**adalékanyag megnevezése, ha nem homokos kavics;**
XC4 – XD2 – XA5(H) – XV2(H) –	**környezeti osztályok jele ◄;**
32 –	**adalékanyag legnagyobb szemnagysága, mm ◄;**
F4 –	**friss beton konzisztencia osztályának jele ◄;**
Cl0,10 –	**cementtartalomra vonatkozó megengedett kloridtartalmat, ha nem 0,20 tömeg%, például feszített vasbeton szerkezet betonja esetén;**
CEM I 42,5 N – SR 0 –	**cement jele, ha a tervező előírja ◄;**
Metakaolin –	**kiegészítőanyag megnevezése, ha a tervező előírja ◄;**
100 év –	**tervezési élettartam, ha nem 50 év ◄;**
MSZ 4798	**szabvány jele**

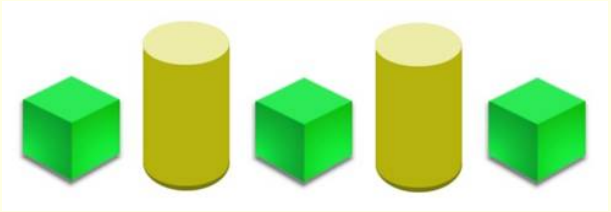
Megadható az adalékanyag szemmegoszlási görbéjének jele és finomsági modulusa is.

Beton, betontechnológia

A BETONSZILÁRDSÁG VIZSGÁLATA
A VIZSGÁLATI EREDMÉNYEK ÉRTÉKELÉSE

DR. KAUSAY TIBOR
BME Építőanyagok és Magasépítés Tanszék

NYOMÓSZILÁRDSÁGI OSZTÁLY



Zala Megyei Mérnöki Kamara
Zalaegerszeg, 2017. május 23.

Egyszerű példa a beton jelére

Nyomószilárdsági osztály	Környezeti osztály	Legnagyobb szemnagyság, mm	Konzisztencia	Tervezési élettartam	Szabvány száma
C30/37 $AC_{50}(H)$	– XC3	– 24	– F3	– 100 év	– MSZ 4798

C30/37 ⇒ C $f_{ck,cyl}$ / $f_{ck,cube}$

$f_{ck,cyl}$ a 28 napos korú, sablonban készített, végig víz alatt tárolt Ø150×300 mm méretű próbahengerek nyomószilárdságának előírt jellemző (karakterisztikus) értéke, N/mm²

$f_{ck,cube}$ a 28 napos korú, sablonban készített, végig víz alatt tárolt 150 mm élhosszúságú próbakockák nyomószilárdságának előírt jellemző (karakterisztikus) értéke, N/mm²

A nyomószilárdsági osztály – és a nyomószilárdság előírt karakterisztikus (jellemző) értéke is – a még be nem épített betonból vett, sablonban készített, általában 28 napos, esetleg előzetes írásbeli megállapodás (az építmény megvalósítási szerződésében, a betontechnológiai utasításban, és a beton szállítólevelén) esetén 42 napos (pl. útépítési beton) vagy 56 napos korú (pl. tömegbeton) esetleg legfeljebb 90 napos korú (pl. nagyon lassú szilárdulású beton), végig víz alatt tárolt próbatesten mért nyomószilárdságra vonatkozik.

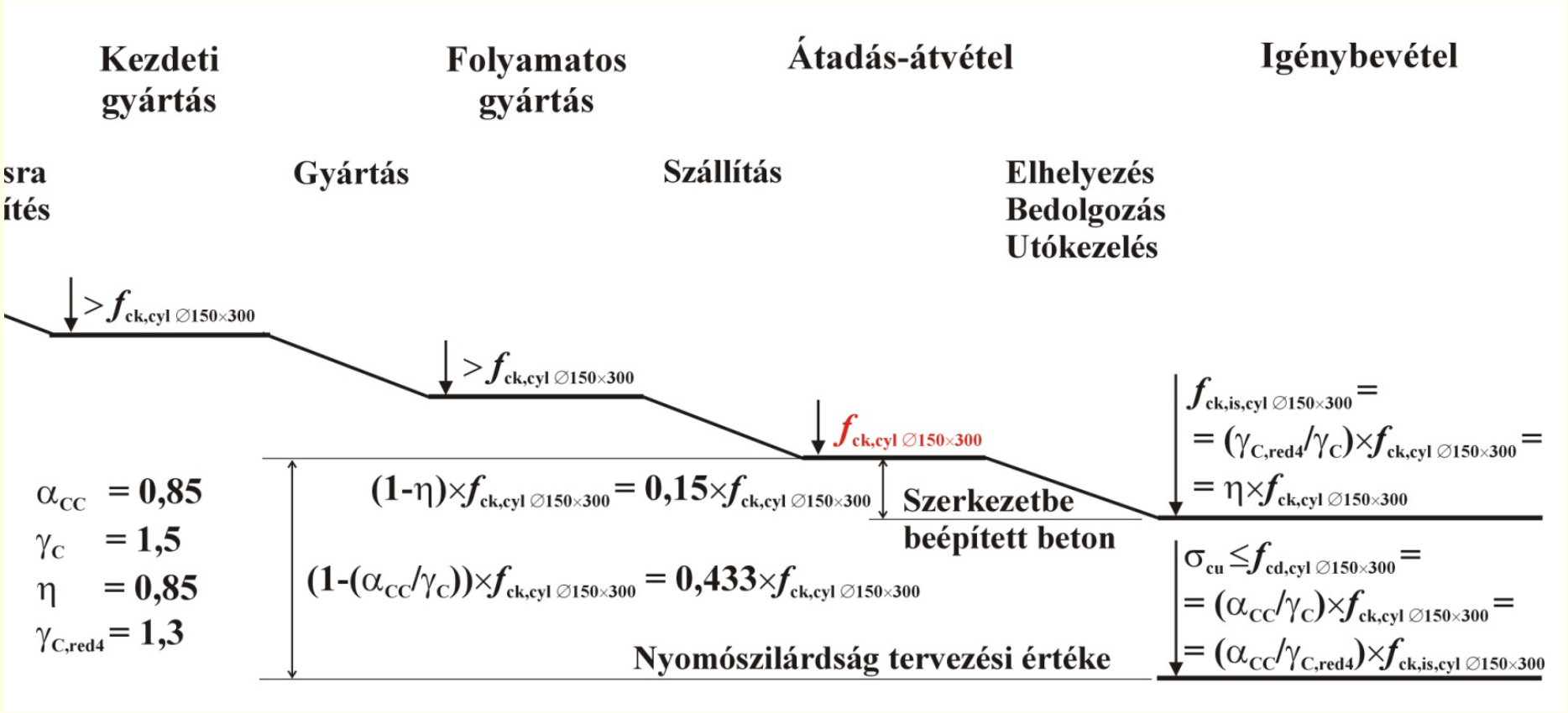
Ha a nyomószilárdsági osztállyal a 28 napostól eltérő korú beton nyomószilárdságát jellemzik, akkor ezt a beton jelében is fel kell tüntetni.

A mai útépítési előírásokban már nem szerepel.

Ebből az is következik, hogy

- **a 28 napos – esetleg ritkán legfeljebb 90 napos – kor után a megépült szerkezetből kifúrt magminták segítségével, vagy roncsolásmentes nyomószilárdság vizsgálatok eredményeiből**
  - **a) a beton nyomószilárdsági osztálya nem határozható meg,**
  - **b) és csak az adott korú beton $f_{ck,is,Ø150\times300,test}$ jellemző (karakterisztikus) értékét szabad kiszámítani, mert**
- **a 28 naposnál – esetleg ritkán legfeljebb 90 naposnál – idősebb betonnak nincs nyomószilárdsági osztálya.**

Ez célra is vezet, mert a 28 (esetleg ritkán legfeljebb 90) naposnál idősebb szerkezet teherhordóképességét az építménybe beépített beton adott korú nyomószilárdságának tapasztalati jellemző értéke ($f_{ck,is,Ø150\times300,test}$) alapján, a beton nyomószilárdság teherbírási tervezési értékéből ($f_{cd,Ø150\times300,test} = (\alpha_{CC}/\gamma_{C,red4})\times f_{ck,is,Ø150\times300,test}$), azt az igénybevételből a betonban ébredő nyomófeszültséggel (σ_{cu}) való összevetéssel ($f_{cd,Ø150\times300,test} \geq \sigma_{cu}$) – a nyomószilárdsági osztály meghatározása nélkül – meg lehet ítélni.



α_{cc} = tartós szilárdság tényezője
γ_c = biztonsági (parciális) tényező
η = beépített beton szilárdsági tényezője
$\gamma_{c,red4} = \eta\times\gamma_c$ = csökkentett biztonsági tényező
σ_{cu} = igénybevételből a betonban ébredő nyomófeszültség

Az összefüggések abban az esetben érvényesek, ha az alulmaradási tágasság a próbatestek számának (*Student*-tényezőnek) és a nyomószilárdság szórásának a függvénye (tehát nem egy konstans érték).

Beton útja a típusvizsgálattól (próbakeveréstől) a szerkezetbe építésig (igénybevételig), avagy a beton nyomószilárdsága előírt jellemző (karakterisztikus) értékének ($f_{ck,cyl\ \varnothing150\times300}$) változása a típusvizsgálat (próbakeverés) és a szerkezetbe építés (igénybevétel) között az MSZ EN 1992-1-1:2010 (Eurocode 2) és MSZ 4798:2016 szabvány szerint

Fontos előírás az is, hogy a 28 napos – vagy esetleg ritkán legfeljebb 90 napos – korúnál idősebb beton nyomószilárdságából a 28 napos nyomószilárdságra visszamenőleg következtetni vagy annak megfelelőségét utólag igazolni nem szabad.

Ilyen célra az *Arrhenius*-féle vagy más idő-egyenérték függvény sem alkalmazható!

(6) A t korú beton nyomószilárdsága függ a cement típusától, a hőmérséklettől és az utókezelés körülményeitől. Átlagos 20°C hőmérséklet és az EN 12390 szerinti utókezelés esetén a különböző korú betonok $f_{cm}(t)$ nyomószilárdsága a (3.1.) és a (3.2.) összefüggésekből becsülhető.

$$f_{cm}(t) = \beta_{cc}(t)\, f_{cm} \qquad (3.1.)$$

Arrhenius-féle összefüggés

és

$$\beta_{cc}(t) = \exp\left\{ s\left[1 - \left(\frac{28}{t} \right)^{1/2} \right] \right\} \qquad (3.2.)$$

MSZ EN 1992-1-1 Eurocode 2, 3.1.2. szakasz

Az MSZ EN 1992-1-1 Eurocode 2 szabványban olvasható:

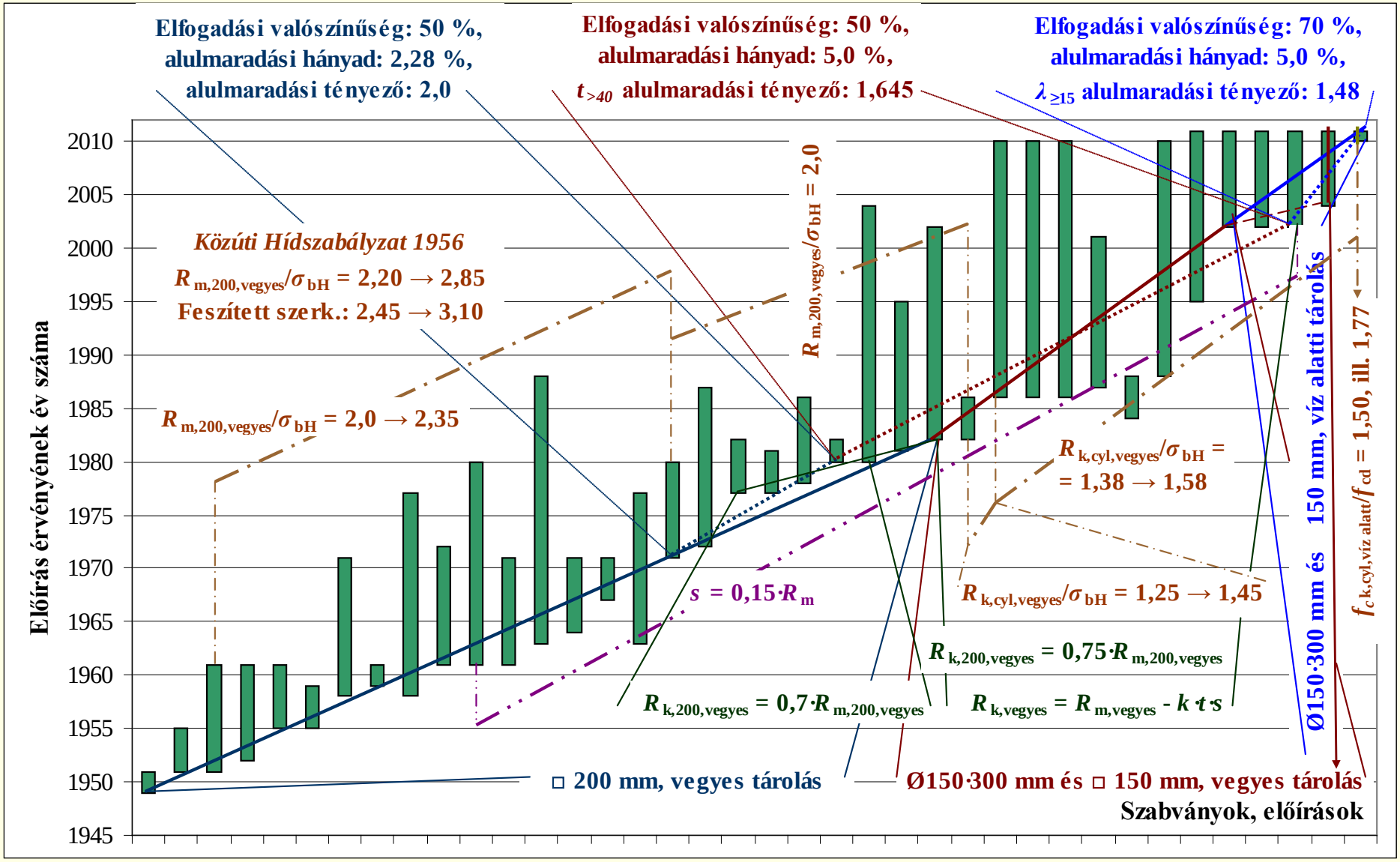
„Ha a beton nem felel meg a 28 napos nyomószilárdságára vonatkozó előírásoknak, akkor a (3.1.) és a (3.2.) összefüggések nem érvényesek.

Ezt a bekezdést általában nem szabad alkalmazni arra, hogy egy nem megfelelő referenciaszilárdság meglétét visszamenőlegesen, az utószilárdulás figyelembevételével igazoljanak.”

A tapasztalati nyomószilárdsági osztály meghatározásának nehézsége abból származik, hogy míg a nyomószilárdság átlag értékét (f_{cm}) laboratóriumi, esetleg helyszíni méréssel meg lehet határozni (mert fizikai, mechanikai tulajdonság), addig nyomószilárdság alulmaradási hányadhoz tartozó jellemző (karakterisztikus) értékének ($f_{ck} = f_{cm} - \Delta$) számítási módját szabványok, szabályzatok, műszaki előírások írják elő (mert gazdaságpolitikai sajátság),

ahol Δ az alulmaradási tágasság

– 1980 1980 – 2002 2002 –



A beton nyomószilárdsága jellemzésének változásai az utóbbi 65 évben

1977 előtt

a nyomószilárdságot 200 mm élhosszúságú próbakockákon vizsgáltuk, amelyeket vegyesen tároltuk.

A betont a nyomószilárdság átlagértékével minősítettük és jelöltük, kp/cm^2-ben. Példa a beton jelére: B 280.

A meg nem felelő tétel elfogadási valószínűsége: 50 %,

az alulmaradási hányad: 2,28 %,

az alulmaradási tényező értéke: 2,0 volt a $K_{átlag} = K_{küszöb}/(1 - 2\times s/K_{átlag}) \rightarrow K_{átlag} - 2\times s = K_{küszöb}$ összefüggésből.

(MSZ 4715:1961, MSZ 4715-4:1972, MSZ 4719:1958, MSZ 4720:1961, MSZ 15022-1:1971)

1977-1980 között

a nyomószilárdságot 200 mm élhosszúságú próbakockákon vizsgáltuk, amelyeket vegyesen tároltuk.

A betont a nyomószilárdság jellemző értékével minősítettük ($R_{k,200,vegyes} = 0{,}7 \times R_{m,200,vegyes}$), de még átlagértékével jelöltük, kp/cm^2-ben. Például: B 280.

A meg nem felelő tétel elfogadási valószínűsége: 50 %,

az alulmaradási hányad: 2,28 %,

az alulmaradási tényező értéke: 2,0,

a relatív szórás (variációs tényező) értéke: 15 % volt.

(MSZ 4715-4:1972, MSZ 4719:1977, MSZ 4720:1961, MSZ 15022-1:1971)

1980-1982 között

a nyomószilárdságot 200 mm élhosszúságú próbakockákon vizsgáltuk, amelyeket vegyesen tároltuk.

A betont a nyomószilárdság jellemző értékével minősítettük ($R_{k,200,vegyes} = \underline{0,75} \times R_{m,200,vegyes}$), de még átlagértékével jelöltük, kp/cm^2-ben. Például: B 280.

A meg nem felelő tétel elfogadási valószínűsége: 50 %,

az alulmaradási hányad: $\underline{5,0\ \%}$,

az alulmaradási (*Student*) tényező értéke t_n>40 esetén: $\underline{1,645}$,

a relatív szórás (variációs tényező) értéke: 15 % volt.

(MSZ 4715-4:1972, MSZ 4719:1977, MSZ 4720-2:1980, MSZ 15022-1:1971 M:1980)

1982-2002 között

a próbatestek 150 mm élhosszúságú kockák és Ø150×300 mm méretű hengerek voltak, amelyeket vegyesen tároltuk.

A betont a vegyesen tárolt Ø150×300 mm méretű hengerek nyomószilárdságának jellemző értékével kellett minősíteni és jelölni, N/mm^2-ben. Például: C 25.

A meg nem felelő tétel elfogadási valószínűsége: 50 %,

az alulmaradási hányad: 5,0 %,

az alulmaradási (*Student*) tényező értéke *t*n>40 esetén: 1,645,

a relatív szórás (variációs tényező) értéke: 15 % volt.

(MSZ 4715-4:1972, MSZ 4719:1982, MSZ 4720-2:1980, MSZ 15022-1:1971 M:1982)

2002 óta (amely az európai szabványok bevezetésének az éve)

a próbatestek 150 mm élhosszúságú kockák és Ø150×300 mm méretű hengerek, amelyeket végig víz alatt kell tárolni.

2004 óta a kockákat szabad vegyesen is tárolni.

A betont a végig víz alatt tárolt hengerek és kockák nyomószilárdságának jellemző értékével kell minősíteni és jelölni, N/mm^2-ben. Például: C20/25.

A meg nem felelő tétel elfogadási valószínűsége: 70 %,

az alulmaradási hányad: 5,0 %,

az alulmaradási (*Taerwe*) tényező értéke n = 15 esetén: 1,48.

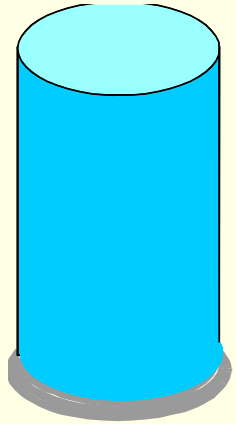
(MSZ 15022-1:1986, MSZ EN 206-1:2002, MSZ EN 12390-2:2002, MSZ EN 12390-3:2002, *MSZ 4798-1:2004*)

2014-ben

az MSZ EN 206-1:2002 szabványt az MSZ EN 206:2014 szabvány váltotta fel, és az MSZ 4798-1:2004 szabványt visszavonták.

2016. április 1-én

érvényre lépett az MSZ 4798:2016 szabvány (NAD).



Az MSZ EN 206:2014 szabvány (elődjéhez hasonlóan) a 150 mm átmérőjű, 300 mm magas hengerek és a 150 mm élhosszúságú kockák végig víz alatti tárolása mellett *megengedi* a próbatestek *másféle tárolását* is.

Erre való hivatkozással az MSZ 4798:2016 szabványban (elődjéhez hasonlóan) megengedjük a 150 mm élhosszúságú kockák vegyes tárolását.

2005. augusztus

MAGYAR SZABVÁNY MSZ EN 1990

Eurocode: A tartószerkezetek tervezésének alapjai

4.2. Anyag- és termékjellemzők

(4)P Az anyagjellemzők értékeit előírt körülmények között elvégzett szabványosított vizsgálatok eredményeként kell meghatározni. Átszámítási tényezőt kell alkalmazni abban az esetben, ha a szabványosított vizsgálatok eredményét át kell számítani olyan értékké, amelyről feltételezhető, hogy a tartószerkezetben vagy a talajban lévő anyag vagy termék viselkedését jobban leírja.

és az átszámított vizsgálati eredményt kell az előírt értékkel összevetni

D7.2. A karakterisztikus értéken alapuló eljárás

(1) Az X jellemző tervezési értéke a következő összefüggéssel határozható meg:

$$X_d = \eta_d \frac{X_{k(n)}}{\gamma_m} = \frac{\eta_d}{\gamma_m} m_X \{1 - k_n V_X\} = \frac{\eta_d}{\gamma_m}(m_X - k_n \cdot s_X) \rightarrow X_d = f_{ck} \cdot \eta_d \quad \text{(D1.)}$$

k_n pld. t_n = Student-tényező

ahol:

η_d az átszámítási tényező tervezési értéke.

γ_m az anyagjellemző parciális tényezője = 1,0 (4.2.(10)P)

γ_M az anyagjellemző parciális tényezője, mely a számítási modell bizonytalanságait és a méreteltéréseket is figyelembe veszi (6.5.4.)

6.5.4. Az anyagok parciális tényezői

(1) Használhatósági határállapotok esetén az anyagjellemzőkre vonatkozó γ_M parciális tényezők értékét általában 1,0-re kell felvenni, kivéve, ha az EN 1992 – EN 1999 másként írja elő.

6.3.3. Az anyag- vagy termékjellemzők tervezési értékei

(1) Az anyag- vagy termékjellemző X_d tervezési értéke a következő általános összefüggéssel határozható meg:

$$X_d = \eta \frac{X_k}{\gamma_m} \qquad (6.3.)$$

A vizsgálati eredményt kell a szabványos értékre átszámítani, és az átszámított vizsgálati eredményt kell az előírt értékkel összevetni.

ahol:

X_k az anyag- vagy termékjellemző karakterisztikus értéke (lásd a 4.2. szakasz (3) bekezdését);

η az átszámítási tényező várható értéke, mely

- a térfogati és mérethatást,
- a nedvességtartalom és a hőmérséklet hatását, és
- más, egyéb lényeges paramétereket

vesz figyelembe.

γ_m az anyag- vagy termékjellemző parciális tényezője, mely

- az anyag- vagy termékjellemző karakterisztikus értéktől való kedvezőtlen irányú eltérésének lehetőségét;
- az η átszámítási tényező véletlenszerű pontatlanságait

veszi figyelembe.

2005. augusztus

MAGYAR SZABVÁNY **MSZ EN 1990**

Eurocode: A tartószerkezetek tervezésének alapjai

$$E_d \le R_d$$

ahol:

E_d az igénybevételek tervezési értéke, úgy kat tartalmazó vektormennyiség;

R_d a megfelelő ellenállás tervezési értéke.

6.3.5. Az ellenállás tervezési értéke

(1) Az ellenállás R_d tervezési értéke a következő

$$R_d = \frac{1}{\gamma_{Rd}} R\{X_{d,i}; a_d\} = \frac{1}{\gamma_{Rd}} R\left\{\eta_i \frac{X_{k,i}}{\gamma_{m,i}}; a_d\right\}$$

ahol: a_d a geometriai jellemző tervezési értéke

γ_{Rd} az ellenállás parciális tényezője, mely az jellemzők bizonytalanságait veszi figyele 6.3.4. szakasz (2) bekezdését);

$X_{d,i}$ az *i*-edik anyagjellemző tervezési értéke.

A vizsgálati eredményt kell a szabványos értékre átszámítani, és az átszámított vizsgálati eredményt kell az előírt értékkel összevetni.

D7.2. A karakterisztikus értéken alapuló eljárás

(1) Az X jellemző tervezési értéke a következő összefüggéssel határozható meg:

$$X_d = \eta_d \frac{X_{k(n)}}{\gamma_m} = \frac{\eta_d}{\gamma_m} m_X\{1 - k_n V_X\} = \frac{\eta_d}{\gamma_m}(m_X - k_n \cdot s_x) \rightarrow X_d = f_{ck} \cdot \eta_d \quad \text{(D1.)}$$

$= 1{,}0$

↑ pld. t_n = Student-tényező

ahol:

η_d az átszámítási tényező tervezési értéke.

Az MSZ 4798:2016 szabvány szerint a betonok megfelelőségét nyomószilárdságra általában 28 napos korú, 150 mm élhosszúságú próbakockák vizsgálatával ellenőrizzük, és a nyomószilárdság vizsgálati eredményt ($f_{ck,cube,test}$) a próbakockákra vonatkozó követelmény értékkel ($f_{ck,cube}$) vetjük össze:

$$f_{c,cube,test} \geq f_{c,cube}$$

Entsprechend [5] wird der Umrechnungsfaktor $k_{cyl/cube}$ für die Umrechnung zwischen Würfelproben mit 150 mm Kantenlänge und Zylinderproben mit 150 mm Durchmesser und 300 mm Höhe mit einem mittleren Wert für alle Festigkeitsklassen mit 0,82 gewählt:

Bei diesem Beitrag handelt es sich um einen wissenschaftlich begutachteten und freigegebenen Fachaufsatz („reviewed paper").

Hauptaufsatz

Umrechnung der Druckfestigkeit von zwischen 1943 und 1972 hergestellten Betonen auf charakteristische Werte

J. Schnell, M. Loch, N. Zhang

Band 85, Dezember 2010 Copyright Springer-VDI-Verlag GmbH & Co. KG, Düsseldorf Bauingenieur

$$\frac{f_{c,cyl}}{f_{c,cube150}} = k_{cyl/cube} = 0{,}82$$

víz alatt tárolt kocka és henger

mit:

$f_{c,cube150}$ Betondruckfestigkeit eines Würfels mit 150 mm Kantenlänge,

$f_{c,cube200}$ Betondruckfestigkeit eines Würfels mit 200 mm Kantenlänge,

$f_{c,cyl}$ Betondruckfestigkeit eines Zylinders ($Ø/h$ = 150/300 mm).

[5] DIN EN 206–1:2001–07: Beton – Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität; Deutsche Fassung EN 206–1:2000.

[6] DIN 1045–2:2008–08: Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 2: Beton; Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität; Anwendungsregeln zu DIN EN 206–1.

[8] DIN EN 12390–2:2009–08: Prüfung von Festbeton – Teil 2: Herstellung und Lagerung von Probekörpern für Festigkeitsprüfungen; Deutsche Fassung EN 12390–2:2009.

Da die Lagerungsbedingungen in [12] weitestgehend der „Trockenlagerung" im nationalen Anhang von [8] entsprechen, kann der Umrechnungsfaktor k_L für Normalbeton entsprechend [6] festgelegt werden.

Lásd még: *Hilsdorf, H. K.*: „Beton". Beton-Kalender 1992., Teil I., p. 40.)

[12] DIN 1048:1943-x: Teil D – Bestimmungen für Betonprüfungen bei Ausführung von Bauwerken aus Beton und Stahlbeton.

$$\frac{f_{c,cube150}}{f_{c,dry}} = k_L = 0{,}92$$

mit:

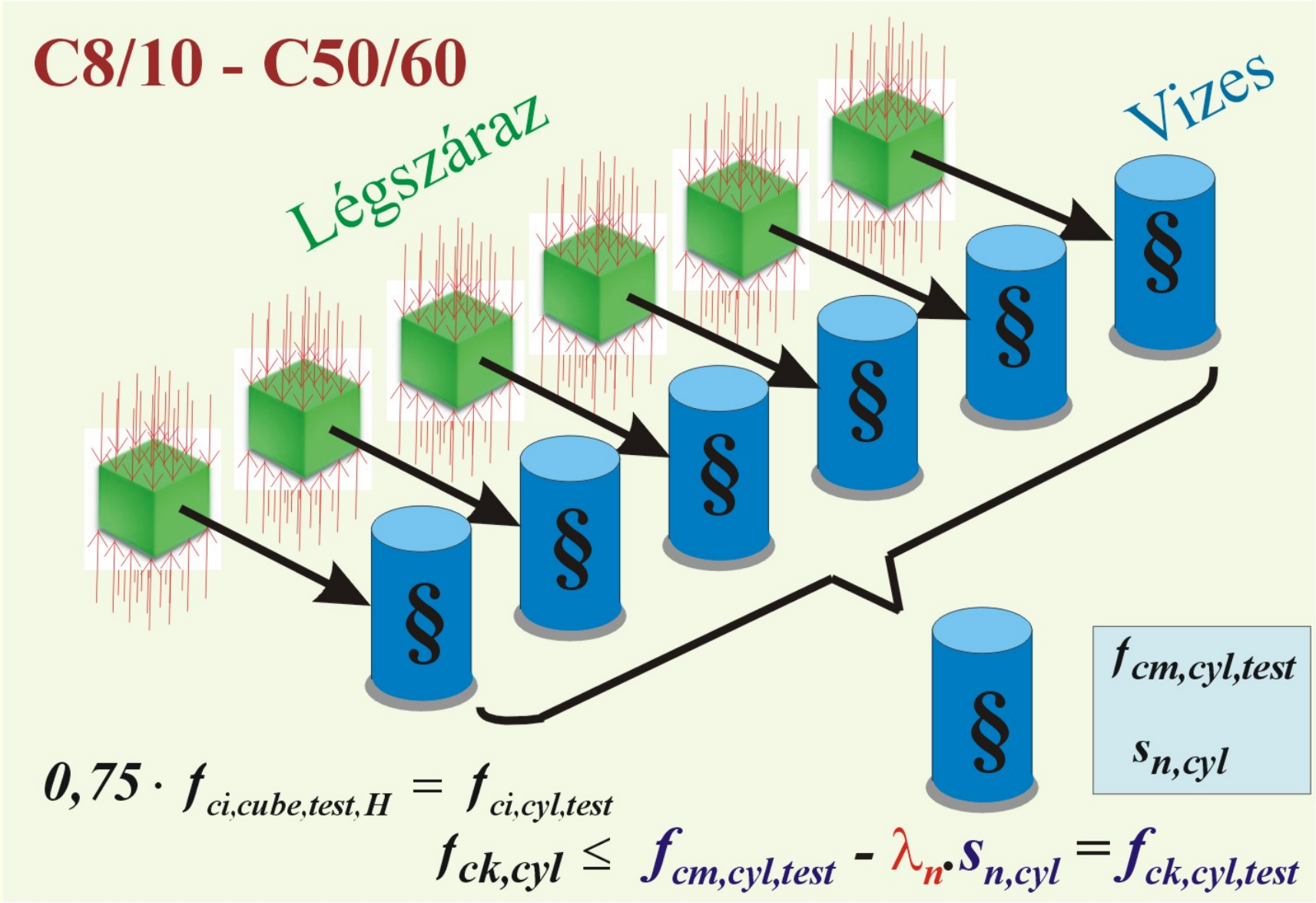
$f_{c,cube150}$ Betondruckfestigkeit eines Würfels mit 150 mm Kantenlänge bei 28-tägiger Lagerung unter Wasser.

$f_{c,dry}$ Betondruckfestigkeit eines Würfels mit 150 mm Kantenlänge bei Trockenlagerung.

$0{,}82 \times 0{,}92 = 0{,}7544 \sim 0{,}75$

ezért:

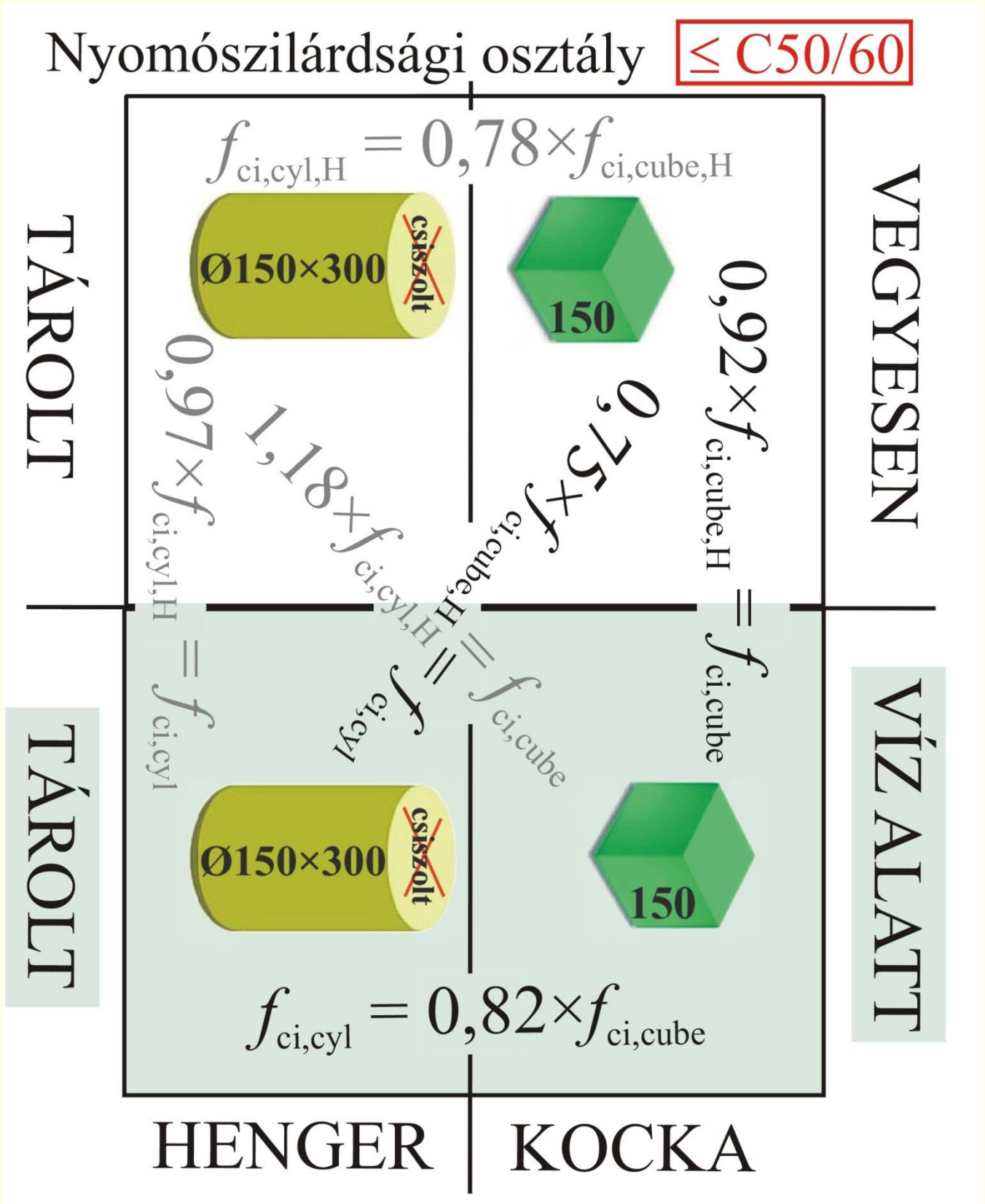
$$f_{ci,cyl} = 0{,}75 \times f_{ci,cube,H}$$



(C55/67 – C100/115 között: $0,8 \times f_{ci,cube,test,H} = f_{ci,cyl,test}$)

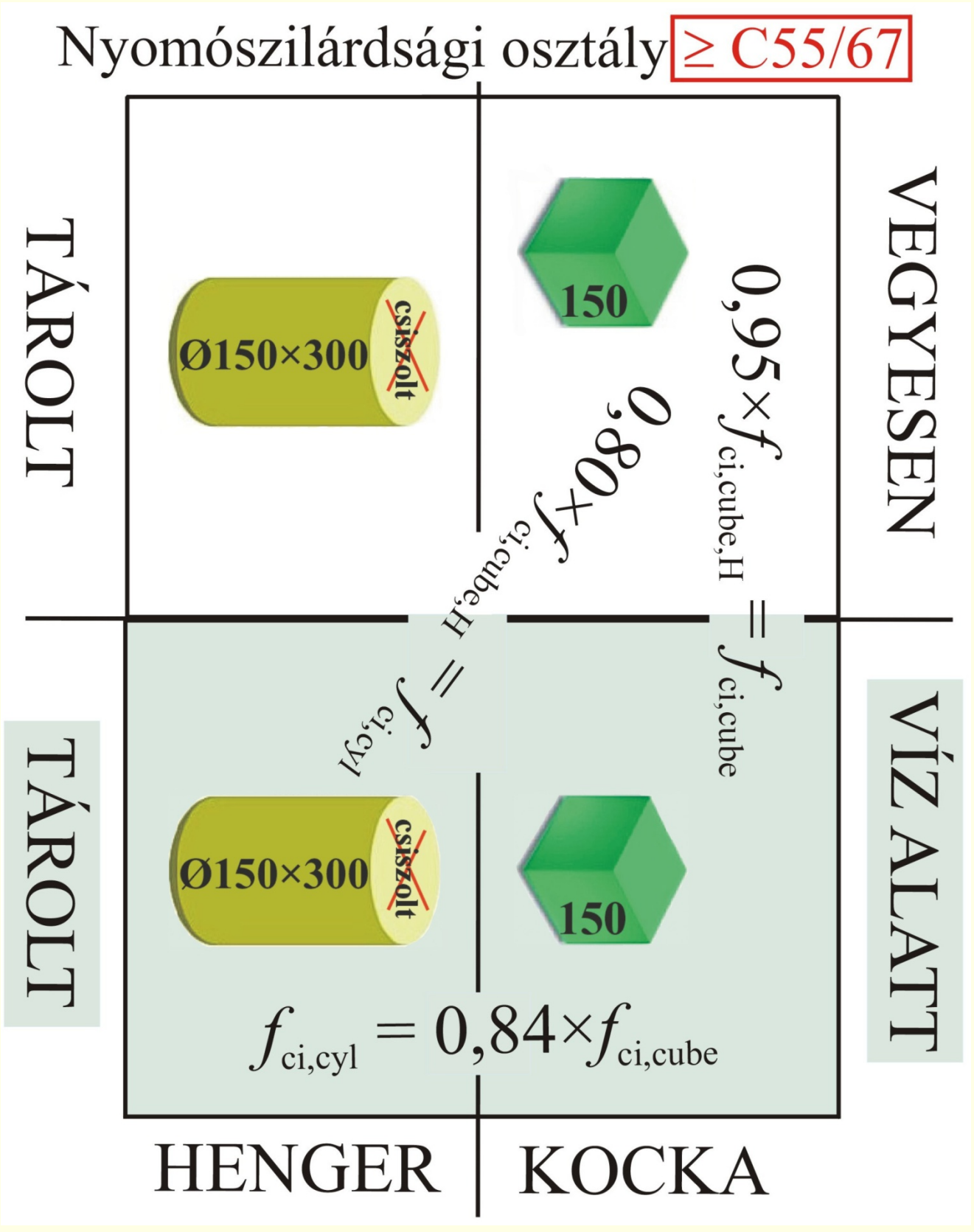
Kausay

Hilsdof és *Schnell* et al. féle henger-kocka nyomószilárdság átszámítási képletek, **ha ≤ C50/60**



Kausay

Hilsdof és *Schnell* et al. féle henger-kocka nyomószilárdság átszámítási képletek, ha ≥ C55/67



Nyomott felület kialakítása	Felső lap simított (habarcsolva)	Felső lap csiszolt, alsó lapja natúr	Mind a két lap csiszolt
Végig víz alatt tárolt Φ150·300 mm méretű próbahengerek	Töréskor nem robbantak	Töréskor robbantak	Töréskor robbantak
Átlagos nyomószilárdság, N/mm^2	42,8	51,4	52,7
Nyomószilárdság, %	100,0	120,0	123,1
Szórás, N/mm^2	1,68	0,67	1,64
Mértékadó szórás, N/mm^2	3,00	3,00	3,00
Student -tényező, n = 3	2,92	2,92	2,92
Jellemző érték, N/mm^2	34,06	42,63	43,94
Nyomószilárdsági osztály	C30/37	C40/50	C40/50
Szórás a terjedelemből, N/mm^2	1,95	0,71	1,89
Mértékadó szórás, N/mm^2	3,00	3,00	3,00
Student -tényező, n = 3	2,92	2,92	2,92
Jellemző érték, N/mm^2	34,06	42,63	43,94
Nyomószilárdsági osztály	C30/37	C40/50	C40/50

$s = T_3/3,31$

Nyomott felület kialakítása	Felső lap simított (habarcsolva)	Felső lap csiszolt, alsó lapja natúr	Mind a két lap csiszolt
Végig víz alatt tárolt Φ150·300 mm méretű próbahengerek	Töréskor nem robbantak	Töréskor robbantak	Töréskor robbantak
Átlagos nyomószilárdság, N/mm^2	42,8	51,4	52,7
Nyomószilárdság, %	100,0	120,0	123,1
Szórás, N/mm^2	1,68	0,67	1,64
Mértékadó szórás, N/mm^2	3,00	3,00	3,00
Student-tényező, n = 3	2,92	2,92	2,92
Jellemző érték, N/mm^2	34,06	42,63	43,94
Nyomószilárdsági osztály	C30/37	C40/50	C40/50
Szórás a terjedelemből, N/mm^2	1,95	0,71	1,89
Mértékadó szórás, N/mm^2	3,00	3,00	3,00

$s = T_3/3{,}31$

A csiszolt Ø150×300 mm méretű próbahenger nyomószilárdságának jellemző értéke akár meg is haladhatja a 150 mm élhosszúságú próbakocka nyomószilárdságának jellemző értékét.

A nyomószilárdságot az MSZ EN 12390-3 szerint kell meghatározni, azzal a kiegészítéssel, hogy azoknak a próbatesteknek a teherviselésre szánt felületét, amelyek mérete vagy alakja az MSZ EN 12390-1 előírásainak, illetve az MSZ EN 12390-3 szabvány B melléklete előírásainak megfelel, az MSZ EN 12390-3 szabvány 5. fejezete, illetve A melléklete szerint kiigazítani indokolatlan (értelmezésem szerint nem szabad!).

Az MSZ EN 12390-1 előírásainak, illetve az MSZ EN 12390-3 szabvány B melléklete előírásainak meg nem felelő méretű vagy alakú próbatestek csiszolással történő kiigazítása az MSZ 4798:2016 szabvány szerint nem javasolt (nem szabad!), mert a korrekciós tényezőnek jelenleg nincs közmegegyezéssel elfogadott értéke.

Az MSZ EN 12390-3 szabvány 5.2. szakasz első mondata úgy értelmezendő, hogy a nyomószilárdság vizsgálati próbatestek méretét az MSZ EN 12390-3 szabvány B melléklete szerint meg kell vizsgálni, és ha a próbatest mérete az MSZ EN 12390-1 szerinti méretekre előírt mérettűréseken kívül esik, akkor a próbatestet nyomószilárdság vizsgálat előtt vagy kalcium-aluminát cementhabarccsal vagy kénkeverékkel vagy homokdoboz módszerrel ki kell igazítani, vagy a nyomószilárdság vizsgálatból ki kell hagyni.

2010 óta

a betonszerkezetek tervezését az MSZ EN 1992-1-1:2010 (Eurocode 2) méretezési szabvány alapján kell végezni.

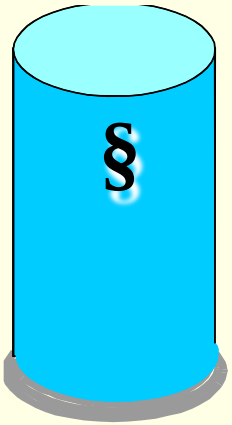
Az MSZ EN 1992-1-1:2010 szabvány szerint

a meg nem felelő tétel elfogadási valószínűsége: 50 %,

az alulmaradási hányad: 5,0 %,

az alulmaradási (*Student*) tényező értéke t_n>40 esetén: 1,645.

Az MSZ EN 1992-1-1:2010 szabvány a beton nyomószilárdsága alatt a 28 napos korú, végig víz alatt tárolt Ø150×300 mm méretű hengerek szilárdságát érti,



a beton nyomószilárdságának megfelelőségét a 150 mm átmérőjű, 300 mm magas, végig víz alatt tárolt próbahengerek nyomószilárdsága alapján ítéli meg, következésképpen a megfelelőségi feltételek is ezekre a hengerekre vonatkoznak.

AZ ÁTLAGOS NYOMÓSZILÁRDSÁG ELVÁRT ÉRTÉKE, AMIKOR A NYOMÓSZILÁRDSÁG VIZSGÁLATI EREDMÉNYEK SZÓRÁSA NEM ISMERT

MSZ EN 1992-1-1:2010 (Eurocode 2) szabvány 3.1. táblázata szerint:

$$f_{cm} = f_{ck} + 8\ \mathrm{N/mm^2}$$

ahol:

f_{cm} **a beton nyomószilárdságának szabványos méretű és végig víz alatt tárolt próbahengeren értelmezett, előírt átlag értéke, és**

f_{ck} **a beton nyomószilárdságának ugyanilyen szabványos próbahengeren értelmezett, előírt jellemző értéke.**

Ugyanakkor az MSZ EN 206:2014 szabvány szerint a kezdeti gyártás során:

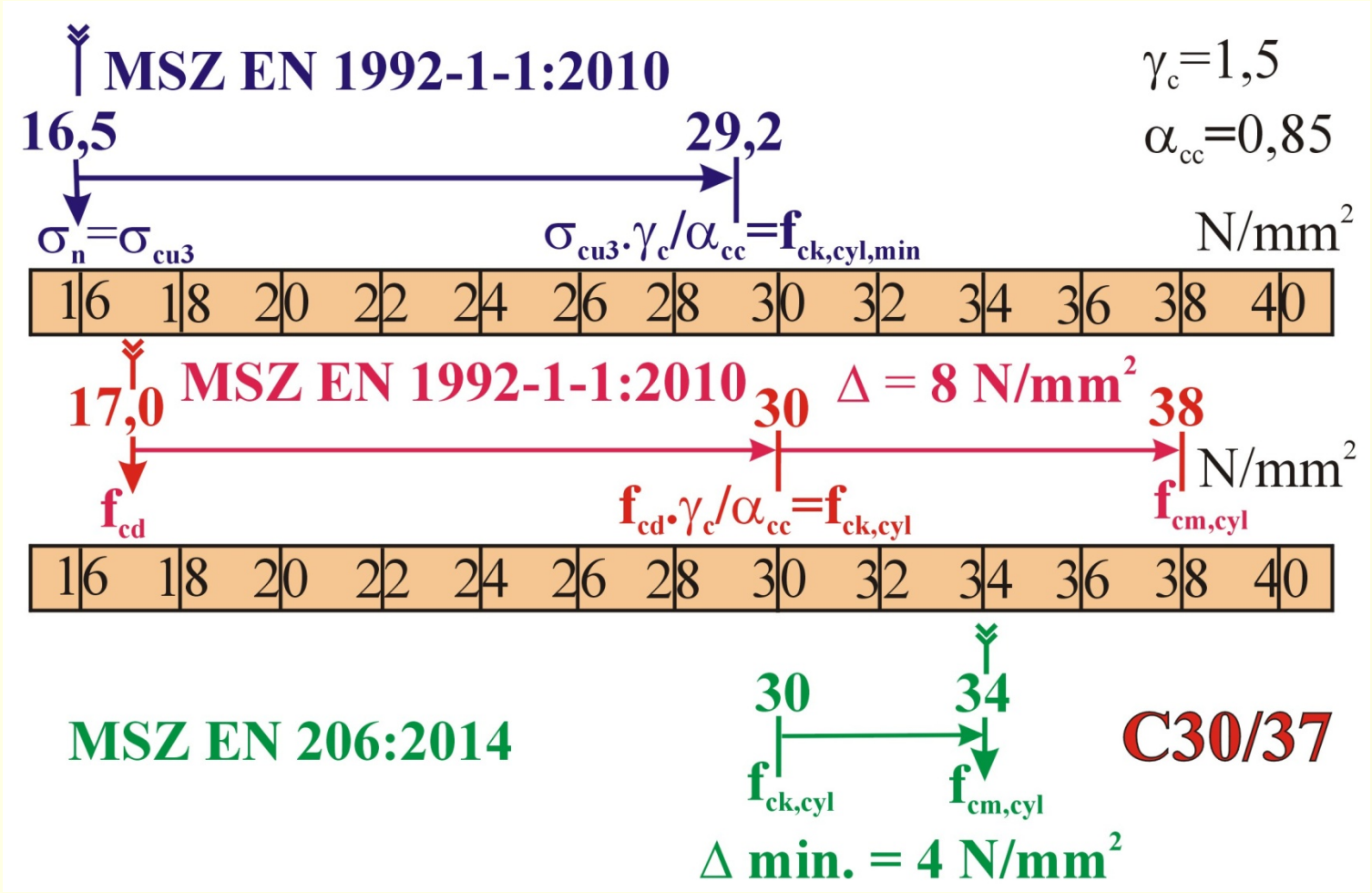
$$f_{cm,test} = f_{ck} + 4\ \mathrm{N/mm^2}$$

MSZ EN 1992-1-1:2010 Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése. 1-1. rész: Általános és épületekre vonatkozó szabályok

3.1. táblázat: A betonok szilárdsági és alakváltozási jellemzői

Betonszilárdsági osztályok															Analitikus összefüggés/magyarázat
f_{ck} [MPa]	12	16	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90	
$f_{ck,cube}$ [MPa]	15	20	25	30	37	45	50	55	60	67	75	85	95	105	
f_{cm} [MPa]	20	24	28	33	38	43	48	53	58	63	68	78	88	98	$f_{cm}=f_{ck}+8$ [MPa]
f_{ctm} [MPa]	1,6	1,9	2,2	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	$f_{ctm}=0{,}30f_{ck}^{(2/3)} \le$ C50/60 $f_{ctm}=2{,}12\times\ln[1+(f_{cm}/10)]$ >C50/60
$f_{ctk,0,05}$ [MPa]	1,1	1,3	1,5	1,8	2,0	2,2	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,2	3,4	3,5	$f_{ctk0,05}=0{,}7f_{ctm}$ 5%-os kvantilis
$f_{ctk,0,95}$ [MPa]	2,0	2,5	2,9	3,3	3,8	4,2	4,6	4,9	5,3	5,5	5,7	6,0	6,3	6,6	$f_{ctk0,95}=1{,}3f_{ctm}$ 95%-os kvantilis
E_{cm} [GPa]	27	29	30	31	33	34	35	36	37	38	39	41	42	44	$E_{cm}=22(f_{cm}/10)^{0,3}$ (f_{cm} MPa-ban)
ε_{c1} [‰]	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,25	2,3	2,4	2,45	2,5	2,6	2,7	2,8	2,8	lásd a 3.2. ábrát ε_{c1}[‰]$=0{,}7f_{cm}^{0,31} \le 2{,}8$
ε_{cu1} [‰]	3,5									3,2	3,0	2,8	2,8	2,8	lásd a 3.2. ábrát ha $f_{ck} \ge 50$ MPa: ε_{cu1}[‰]$=2{,}8+27[(98-f_{cm})/100]^4$
ε_{c2} [‰]	2,0									2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	lásd a 3.3. ábrát ha $f_{ck} \ge 50$ MPa: ε_{c2}[‰]$=2{,}0+0{,}085(f_{ck}-50)^{0,53}$
ε_{cu2} [‰]	3,5									3,1	2,9	2,7	2,6	2,6	lásd a 3.3. ábrát ha $f_{ck} \ge 50$ MPa: ε_{cu2}[‰]$=2{,}6+35[(90-f_{ck})/100]^4$
n	2,0									1,75	1,6	1,45	1,4	1,4	ha $f_{ck} \ge 50$ MPa: $n=1{,}4+23{,}4[(90-f_{ck})/100]^4$
ε_{c3} [‰]	1,75									1,8	1,9	2,0	2,2	2,3	lásd a 3.4. ábrát ha $f_{ck} \ge 50$ MPa: ε_{c3}[‰]$=1{,}75+0{,}55[(f_{ck}-50)/40]$
ε_{cu3} [‰]	3,5									3,1	2,9	2,7	2,6	2,6	lásd a 3.4. ábrát ha $f_{ck} \ge 50$ MPa: ε_{cu3}[‰]$=2{,}6+35[(90-f_{ck})/100]^4$

A beton nyomószilárdsága tervezési, jellemző és átlag értékének összevetése a tartós szilárdság figyelembevételével



γ_c a beton σcu3 nyomófeszültségének biztonsági (parciális) tényezője

α_{cc} a beton σcu3 nyomófeszültségének a tartós szilárdság figyelembevételére szolgáló osztója, 100 év tervezési élettartamú szerkezetek esetén α_{cc} = 0,85

σ_{cu} = igénybevételből a betonban ébredő nyomófeszültség

Az MSZ EN 1990:2011 szabvány a D. melléklet szerint értékelendő kísérletek fajtái között a D3. fejezet e) pontjában felsorolja a leszállított termékek azonosításához vagy minőség-ellenőrzéséhez, illetve a gyártási jellemzők egyenletességének vizsgálatához alkalmazott *ellenőrző kísérleteket*, mint például a hídkábelek vagy a betonkockák vizsgálatát.

D3. A kísérletek típusai

(1) Különbséget kell tenni a kísérletek következő típusai között:

a) olyan kísérletek, melyek adott terhelési körülmények esetén közvetlenül megadják a tartószerkezet vagy a tartószerkezeti elem teherbírási vagy használhatósági jellemzőit. Ilyen kísérletek például fárasztóterheléssel vagy ütközési teherrel végezhetők;

b) előírt kísérleti eljárás alkalmazásával egy adott anyagjellemző meghatározására irányuló kísérletek; mint például talajvizsgálat a helyszínen vagy laboratóriumban, vagy új anyagok vizsgálata;

c) a tehermodell vagy az igénybevételek számításához alkalmazott modell paramétereiben lévő bizonytalanság csökkentésére irányuló kísérletek; mint például a szélcsatorna-kísérletek vagy a hullámzásból, ill. áramlásból származó hatások azonosítása;

d) az ellenállás számításához alkalmazott modell paramétereiben lévő bizonytalanság csökkentésére irányuló kísérletek; mint például tartószerkezetrészeken vagy tartószerkezeti elemeken végzett vizsgálatok (például tető- vagy födémszerkezetek esetén);

e) a leszállított termékek azonosításhoz vagy minőség-ellenőrzéséhez, ill. a gyártási jellemzők egyenletességének vizsgálatához alkalmazott ellenőrző kísérletek; mint például hidak kábeleinek vizsgálata vagy betonkocka-vizsgálatok;

Kísérlettel segített (statikai) tervezés során – amikor a szórás számítható – a jellemző (karakterisztikus) érték számításának módszere az MSZ EN 1990:2011 szabványban (D7)

MAGYAR SZABVÁNY MSZ EN 1990

Eurocode: A tartószerkezetek tervezésének alapjai

– Általában az „ismeretlen V_X" sort kell alkalmazni abban az esetben, ha a V_X előzetes adatok alapján még nem ismert, és azt a mintából kell meghatározni a következők szerint:

$$s_x^2 = \frac{1}{n-1}\sum (x_i - m_x)^2$$

$$V_x = s_x / m_x$$

Az anyagtulajdonságok jellemző értékét az MSZ EN 1990:2011 Eurocode) D7. mellékletének ajánlott módszere szerint például az 5 %-os alulmaradási hányaddal kell kiszámítani: $X_k = X_m \times (1 - k_n \times V) = X_m - k_n \times s$, ahol X_m az átlagérték, k_n az alulmaradási tényező, $V = s/X_m$ a variációs tényező (variációs együttható, vagy relatív szórás), s a korrigált tapasztalati szórás.

(3) A γ_m parciális tényezőt általában a kísérleti eredmények alkalmazási területének figyelembevételével kell megválasztani.

A k_n értékek lényegében a *Student*-tényezők:

D1. táblázat: A k_n értékei az 5%-os karakterisztikus érték meghatározásához

n	1	2	3	4	5	6	8	10	20	30	∞
Ismert V_X	2,31	2,01	1,89	1,83	1,80	1,77	1,74	1,72	1,68	1,67	1,64
Ismeretlen V_X	–	–	3,37	2,63	2,33	2,18	2,00	1,92	1,76	1,73	1,64

1. MEGJEGYZÉS: Ez a táblázat normális eloszlás feltételezésével készült.

A gyártó a folyamatos gyártás eredményét az MSZ EN 206:2014 szabvány szerint az

$f_{ck,cube,test} = f_{cm,cube,test} - \lambda \times \sigma_{n,cube}$ **formulával értékeli,**

ahol az alulmaradási tényező: $\lambda = \lambda_{15,Taerwe} = 1{,}48$.

Ez az „alulmaradási formula” (az MSZ EN 206 szabványban kimondatlanul) feltételezi, hogy

1. **a nem megfelelő friss betont nem építjük be, vagy utólag megerősítjük;**
2. **ha a gyártó „kritikusan jó” betont készít,**

akkor azt a feltételrendszer 0,7 körüli valószínűséggel megfelelőnek minősíti.

E feltételezéssel szembeni észrevétel:

1. **a friss beton sorsát nem lehet nyomon követni, és a későbbiekben nem lehet megerősíteni;**
2. **szerkezeteink biztonsága szempontjából több mint méltányolható lenne az olyan módszer alkalmazása, amelyben az átadó és az átvevő kockázata nem 30-70 %, hanem 50-50 %.**

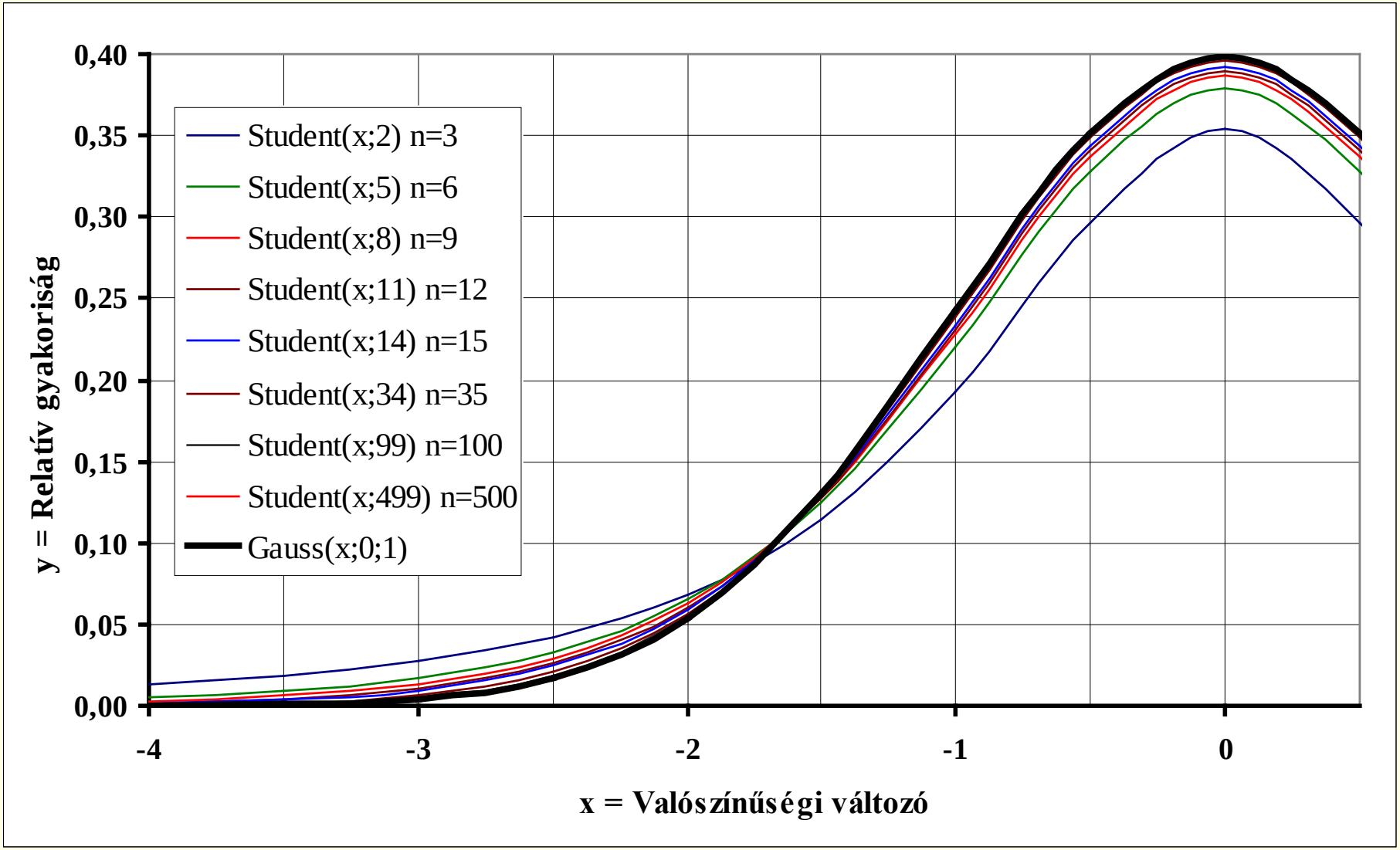
Ezért véleményünk szerint a nyomószilárdság vizsgálati eredmények értékelése során, ha összhangban kívánunk maradni az MSZ EN 1992-1-1:2010 (Eurocode 2) szabvánnyal, akkor a folyamatos gyártás során a *Student*-tényezővel kell (kellene) a jellemző (karakterisztikus) értéket kiszámítani:

$$f_{ck,cube,test} = f_{cm,cube,test} - \lambda_{n,Student} \times s_{n,cube,test}$$

Ha feltételezzük, hogy a vizsgálati eredmények egy általunk nem ismert μ várható értékű és σ szórású *Gauss*-féle normális eloszlást követnek, akkor az eloszlás 5%-os kvantilise az $f_{ck,test} = \mu - 1{,}645 \times \sigma$ formulával számolható.

Ha méréseink korlátozott száma miatt nem ismerjük az eloszlás szórását, akkor a valószínűségi változó ún. *n* - 1 szabadságfokú *Student*-féle *t*-eloszlást követi, és az 5%-os kvantilis értéke az *n* mintaszám függvényében a *t*-eloszlás táblázatból vett értékének segítségével becsülhető.

Ha a minták *n* száma növekszik, akkor a *Student*-féle *t*-eloszlás a *Gauss*-féle normális eloszláshoz, az $f_{cm,test}$ tapasztalati átlag a μ elméleti várható értékhez, az *s* tapasztalati szórás a σ elméleti szóráshoz tart.


0,40
0,35
0,30
0,25
0,20
0,15
0,10
0,05
0,00
y = Relatív gyakoriság
-4
-3
-2
-1
0
x = Valószínűségi változó
Student(x;2) n=3
Student(x;5) n=6
Student(x;8) n=9
Student(x;11) n=12
Student(x;14) n=15
Student(x;34) n=35
Student(x;99) n=100
Student(x;499) n=500
Gauss(x;0;1)

Alulmaradási tényezők

Mintaszám *n*	Szabadságfok a *Student*-féle eloszlás esetén *n* - 1	*Student*-tényező t_n	*Taerwe*-tényező λ_n
	(*Stange – Henning*, 1966)		(*Taerwe*, 1986)
2	1	6,314	
3	2	2,920	2,67
4	3	2,353	2,20
5	4	2,132	1,99
6	5	2,015	1,87
7	6	1,943	1,77
8	7	1,895	1,72
9	8	1,860	1,67
10	9	1,833	1,62
11	10	1,812	1,58
12	11	1,796	1,55
13	12	1,782	1,52
14	13	1,771	1,50
15	14	1,761	*1,48*
20	19	1,729	
30	29	1,699	
∞	∞	*1,645*	

Mind a *Student*-eloszlás alulmaradási tényezője, mind a *Taerwe*-féle $\lambda_{n=15}$ = 1,48-os érték matematikai statisztikailag korrekt, de — és ez a különbség igazi oka — teljességgel eltérő körülmények között.

Az MSZ EN 206:2014 szabványnak (és elődjének) az a komoly hiányossága, hogy a szabványba csak megfelelőségi feltétel került be, a folyamatos nyomon követés és utólagos javítás kötelezettsége nélkül, ami annyiban érthető, hogy végrehajthatatlan lenne.

Hosser, D. – Gensel, D.: **Kritische Bewertung der Statistik beim Konformitätsnachweis der Betondrickfestikkeit nach prEN 206. TU Braunschweig, IBMB (Inst. F. Baustoffe, Massivbau und Brandschutz) Im Auftrag des Deutschen Beton-Verein E.V. Braunschweig, 1995.**

OC-görbe (Operating characteristic curve)

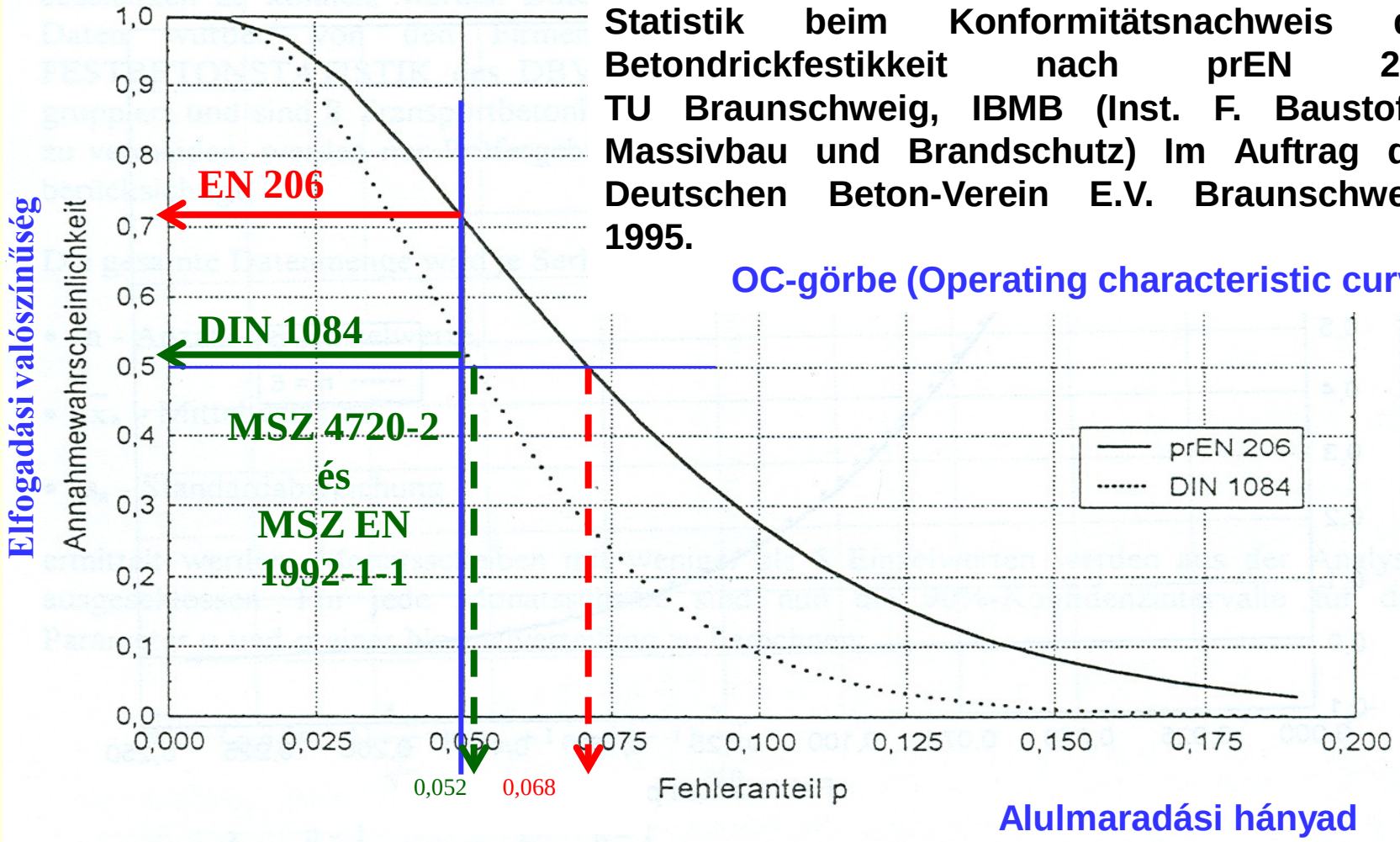


Bild 1: Annahmekennlinien zum Konformitätsnachweis nach prEN 206 und DIN 1084

Elfogadási jelleggörbe (OC-görbe) a megfelelőség igazolásához az EN 206, a DIN 1084 és az MSZ EN 1992-1-1 szabvány szerint

Hosser, D. – Gensel, D.: **Kritische Bewertung der Statistik beim Konformitätsnachweis der Betondrickfestikkeit nach prEN 206. TU Braunschweig, IBMB (Inst. F. Baustoffe, Massivbau und Brandschutz) Im Auftrag des Deutschen Beton-Verein E.V. Braunschweig, 1995.**

OC-görbe (Operating characteristic curve)

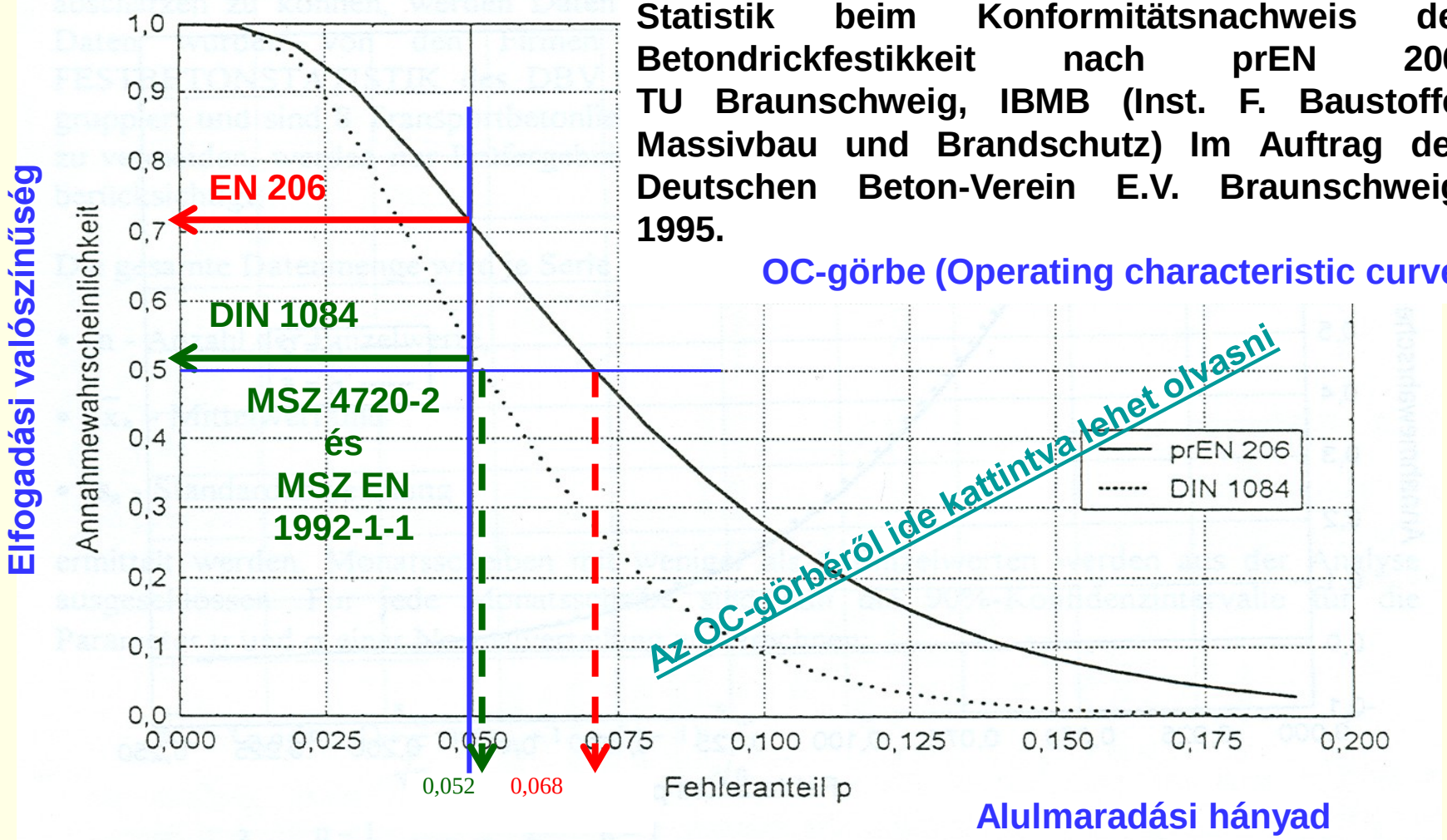


Bild 1: Annahmekennlinien zum Konformitätsnachweis nach prEN 206 und DIN 1084

Elfogadási jelleggörbe (OC-görbe) a megfelelőség igazolásához az EN 206, a DIN 1084 és az MSZ EN 1992-1-1 szabvány szerint

Annex J
(informative)

Deviation to accommodate a notified Spanish Regulation

(1) In the mandatory Spanish Regulation (Instrucción de Hormigón Estructural (in English: Structural Concrete Code), approved 18 July 2008 by Royal Decree 1247/2008), there is the requirement for the consumer risk to be not greater than 50 % where the population in the assessment period has exactly 5 % of all possible results below the characteristic strength. Alteration of this national regulation is outside of the competence of CEN/CENELEC members. For the application of EN 206 in Spain, the national regulation remains valid and Spain is free to use higher coefficients in formulation presented in section 8.2.1.3.2 (method B).

J függelék
(tájékoztatás)

Eltérés egy közzétett spanyol rendelet alkalmazásához

(1) Az „Instrucción de Hormigón Estructural” (Szabályok betonok méretezésére beton tartószerkezetekben) rendelkező spanyol előírás, amelyet 2008. július 18-án a 1247/2008. számú Királyi Rendelettel hagytak jóvá, tartalmazza azt a követelményt, hogy az átvevő kockázata legfeljebb 50%-os lehet, ha az értékelési időszak alatt az összes lehetséges eredmény alapsokaságának 5%-a a jellemző szilárdsági érték alatt van. Ennek a nemzeti szabályozásnak a megváltoztatása nem tartozik a CEN/CENELEC tagok hatáskörébe. Az EN 206 spanyolországi alkalmazása vonatkozásában továbbra is érvényes ez a nemzeti előírás, és ott magasabb együtthatók használata engedélyezett a 8.2.1.3.2. szakasz (B módszer) szerinti számításokban.

Mi a $W_{Ann(0,05)} = 0,5$ szerinti vizsgálati terv?

Ha bevezetjük az adott a *p* alulmaradási hányadú beton elfogadási valószínűségét, $A_{(p)}$-t, — amely azt mondja meg, hogy a *p* alulmaradási hányadú betont milyen valószínűséggel fogjuk elfogadni, — akkor a minőségbiztosítási rendszer $p = 0,05$ alulmaradási hányad esetén a következő elfogadási feltétellel jellemezhető:

$$p \times A_{(p)} \leq 0,05 \times A_{(p)}$$

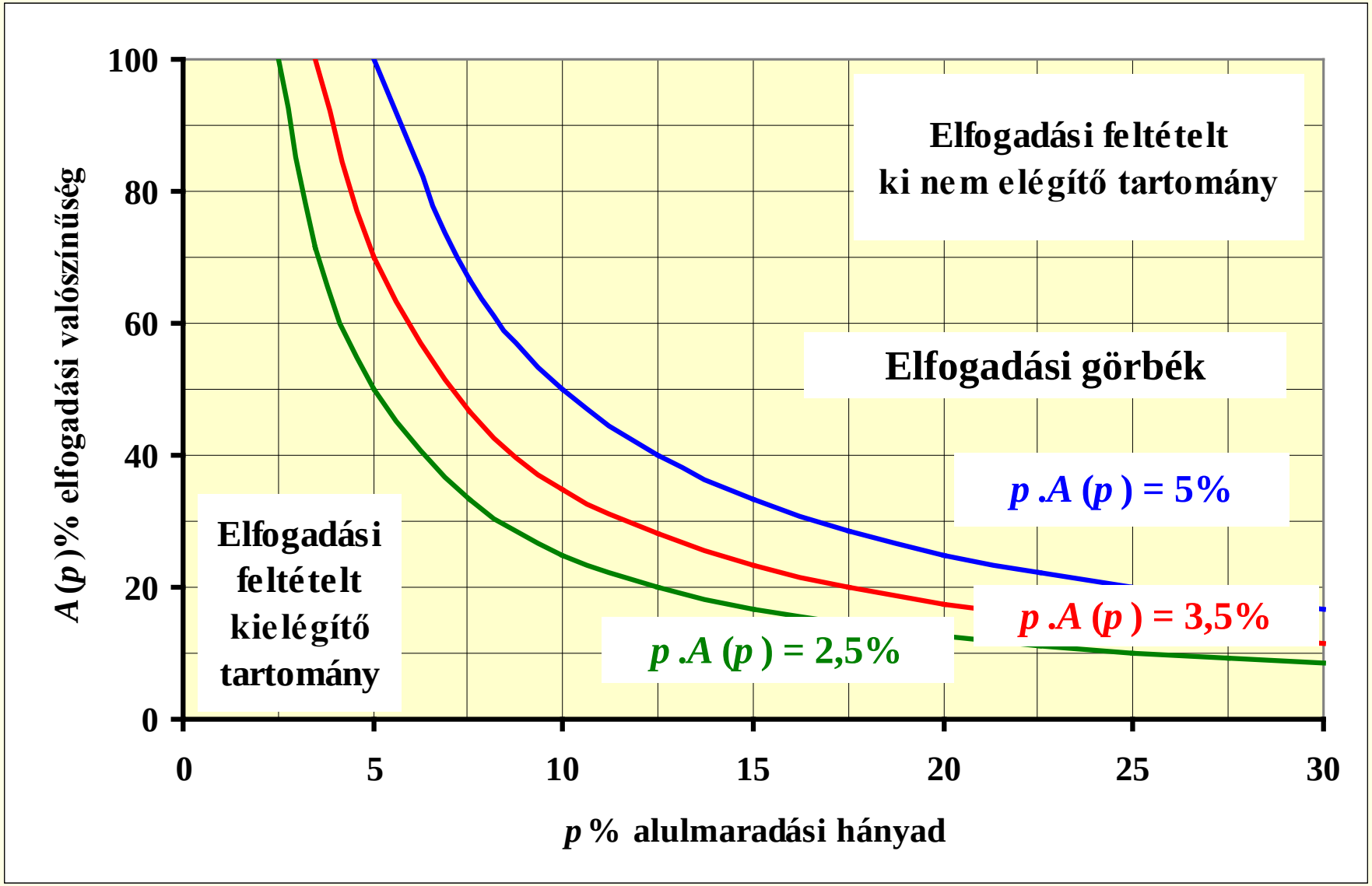
Ha az *elfogadási valószínűség* 50%,

akkor azt így jelöljük: $A_{(p)} = 0,5$,

Németországban pedig így jelölik: $W_{Ann(0,05)} = 0,5$

A beton gyártója számára olyan minőségbiztosítási rendszer lenne a legkedvezőbb, amelyben ha a gyártó éppen „kritikusan jó” betont gyárt (azaz $p = 5\%$), akkor a beton 100% valószínűséggel ($A_{(p)} = 1,0$) kerülne elfogadásra.

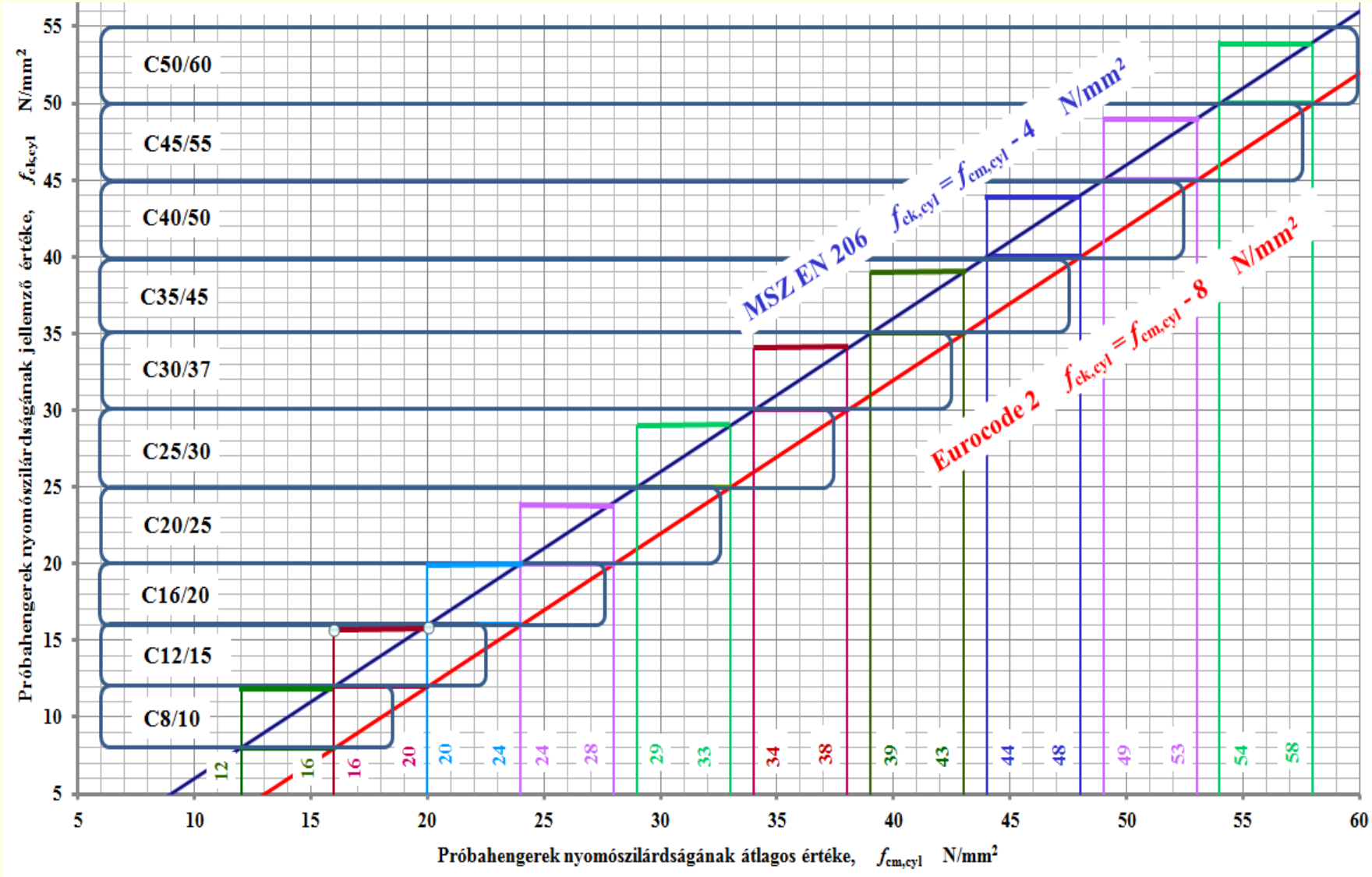
Az ilyen minőségbiztosítási rendszer $p = 0,05$ jellemző érték esetén a $p \times A_{(p)} \leq 0,05 \times 1,0 \rightarrow 5\%$ feltételt teljesíti.



$A_{(p)}$ a p jellemző értékű beton elfogadási valószínűsége. A p×A(p) elfogadási feltétel értéke:

***Taerwe*-féle eloszlás esetén: $p \times A_{(p)} \leq 0{,}05 \times 0{,}7 = 0{,}035 \rightarrow 3{,}5\%$ (MSZ EN 206:2014)**

***Student*-féle eloszlás esetén: $p \times A_{(p)} \leq 0{,}05 \times 0{,}5 = 0{,}025 \rightarrow 2{,}5\%$ (MSZ EN 1992-1-1:2010)**



Összehasonlítás az Eurocode 2 és az MSZ EN 206 szabvány szerinti nyomószilárdság értékelés eredménye között, ha a betont kezdeti gyártással készítik, és az átadás-átvételi eljárás során

Folyamatos gyártás 70 %-os elfogadási valószínűség mellett

Az MSZ 4798:2016 szabvány szerint, ha folyamatos gyártás során a nyomószilárdságot legalább *n* = 15 darab végig víz alatt tárolt 150 mm élhosszúságú próbakocka, illetve minta alkalmazásával határozzák meg, akkor az $f$cm,cube,test átlag érték elégítse ki a következő feltételt:

$$f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 1{,}48 \times \sigma_{35,cube,test} \qquad N/mm^2$$

Ha a folyamatos gyártás során a nyomószilárdságot legalább 15 darab vegyesen tárolt 150 mm élhosszúságú próbakocka, illetve ilyenek alkotta minta alkalmazásával határozzák meg, akkor az $f$cm,cube,test,H átlag érték elégítse ki a következő feltételt, ha a nyomószilárdsági osztály ≤ C50/60:

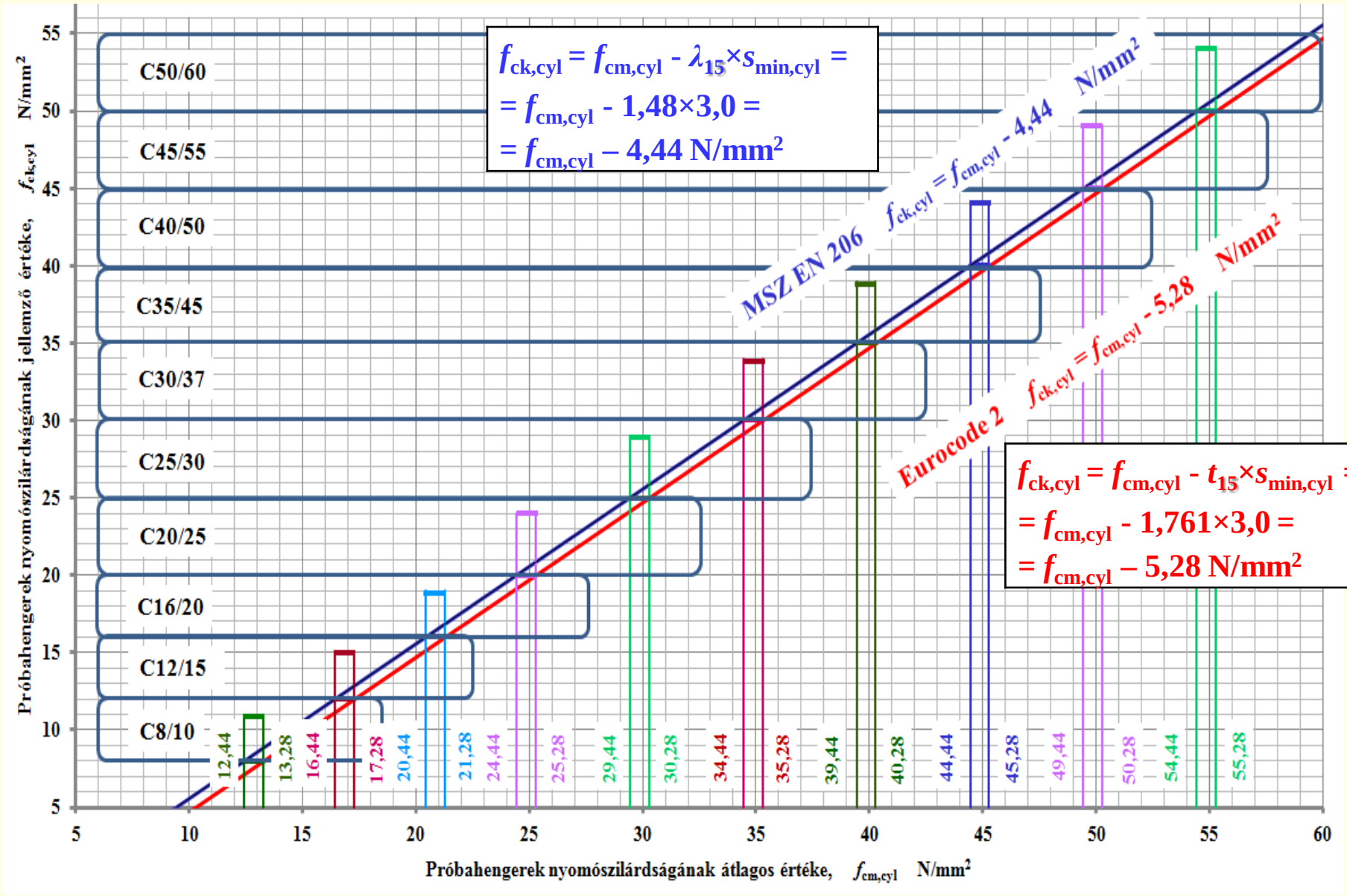
$$f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}92 + 1{,}48 \times \sigma_{35,cube,test,H} \qquad N/mm^2$$

és ha a nyomószilárdsági osztály ≥ C55/67 (nagyszilárdságú beton), akkor a következő feltételt:

$$f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}95 + 1{,}48 \times \sigma_{35,cube,test,H} \qquad N/mm^2$$

Ha a $\sigma_{35,cube,test}$, illetve $\sigma_{35,cube,test,H}$ szórás a kezdeti gyártásból nem ismert, akkor ezek helyett a minta $s_{cube,test}$, illetve $s_{cube,test,H}$ szórásával kell számolni (ún. „D" módszer).

Abban az esetben, ha *n* < 15, akkor az alulmaradási tényező 1,48 helyett a próbakockák, illetve minták *n* számának függvényét képező λ_n (*Taerwe*-tényező).



Összehasonlítás az Eurocode 2 és az MSZ EN 206 szabvány szerinti nyomószilárdság értékelés eredménye között, ha a betont folyamatos gyártással készítik

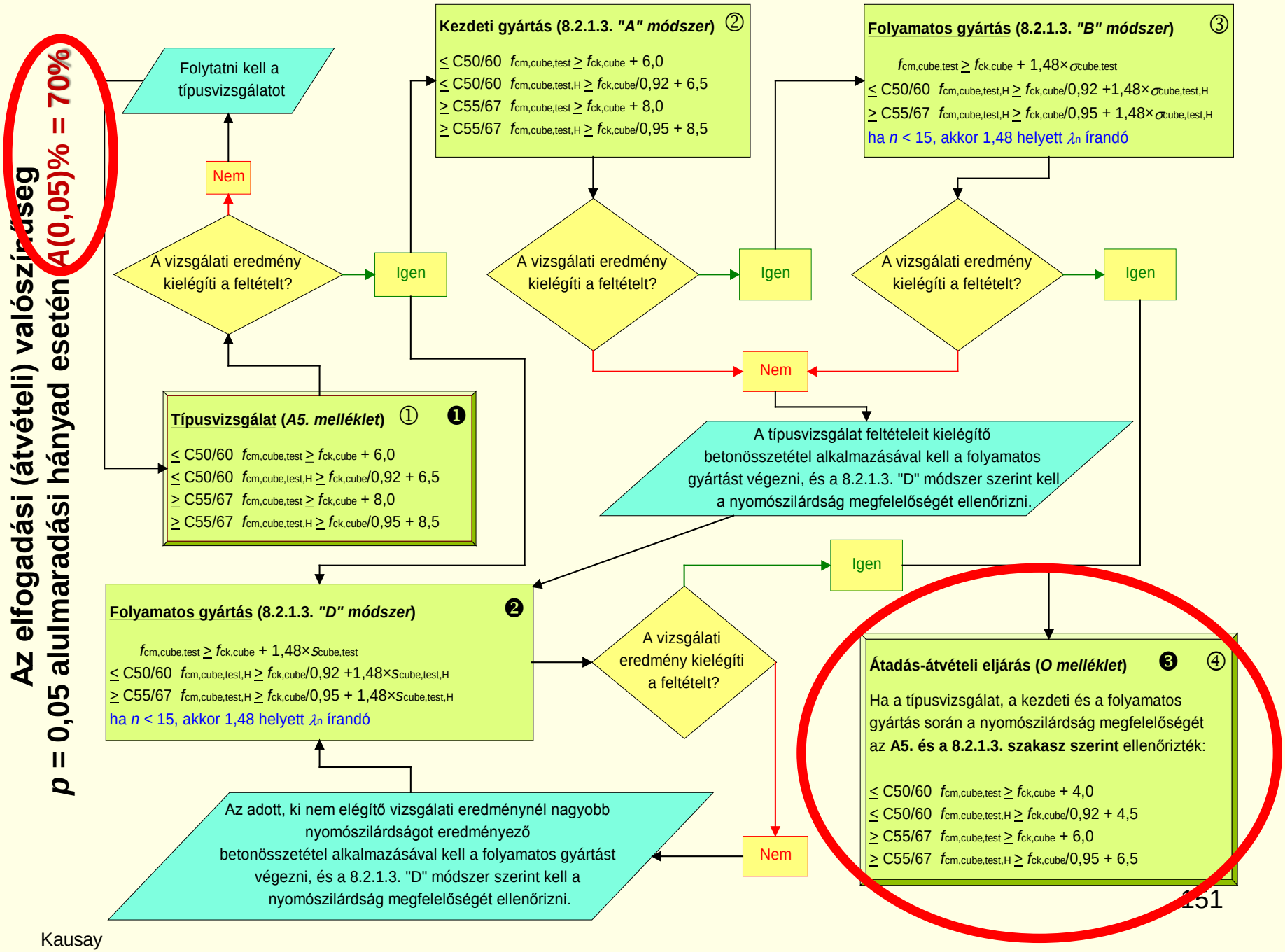
Nyomószilárdság értékelési rendje az MSZ 4798:2016 szabvány szerint

Nyomószilárdság szerinti megfelelőség értékelése			
a **kezdeti gyártást megelőző** időszakban végzett **típusvizsgálat** eredménye alapján	a **kezdeti gyártás** időszakában végzett **gyártásközi ellenőrzés** eredménye alapján Megfelelőségi feltétel a kezdeti gyártás során	a **folyamatos gyártás** időszakában végzett **gyártásközi ellenőrzés** eredménye alapján Megfelelőségi feltétel a folyamatos gyártás során	az **átadás-átvételi** eljárás során **a gyártási időszaktól függetlenül**
Megfelelőség értékelés résztvevői			
Típusvizsgálat értékelése, felügyelete és tanúsítása : Gyártó Felügyelő (tanúsító) szervezet Vizsgáló laboratórium	Gyártásközi ellenőrzés értékelése, felügyelete és tanúsítása : Gyártó Felügyelő (tanúsító) szervezet Vizsgáló laboratórium	Gyártásközi ellenőrzés értékelése, felügyelete és tanúsítása : Gyártó Felügyelő (tanúsító) szervezet Vizsgáló laboratórium	Átadás-átvételi eljárás során: Gyártó Vevő Vizsgáló laboratórium
A 150 mm élhosszúságú, 28 napos korú próbakockák, illetve ilyenek alkotta minták átlagos nyomószilárdságának ($f_{cm,cube,test}$, $f_{cm,cube,test,H}$) megfelelősége, N/mm^2			
Lásd a következő táblázatot			

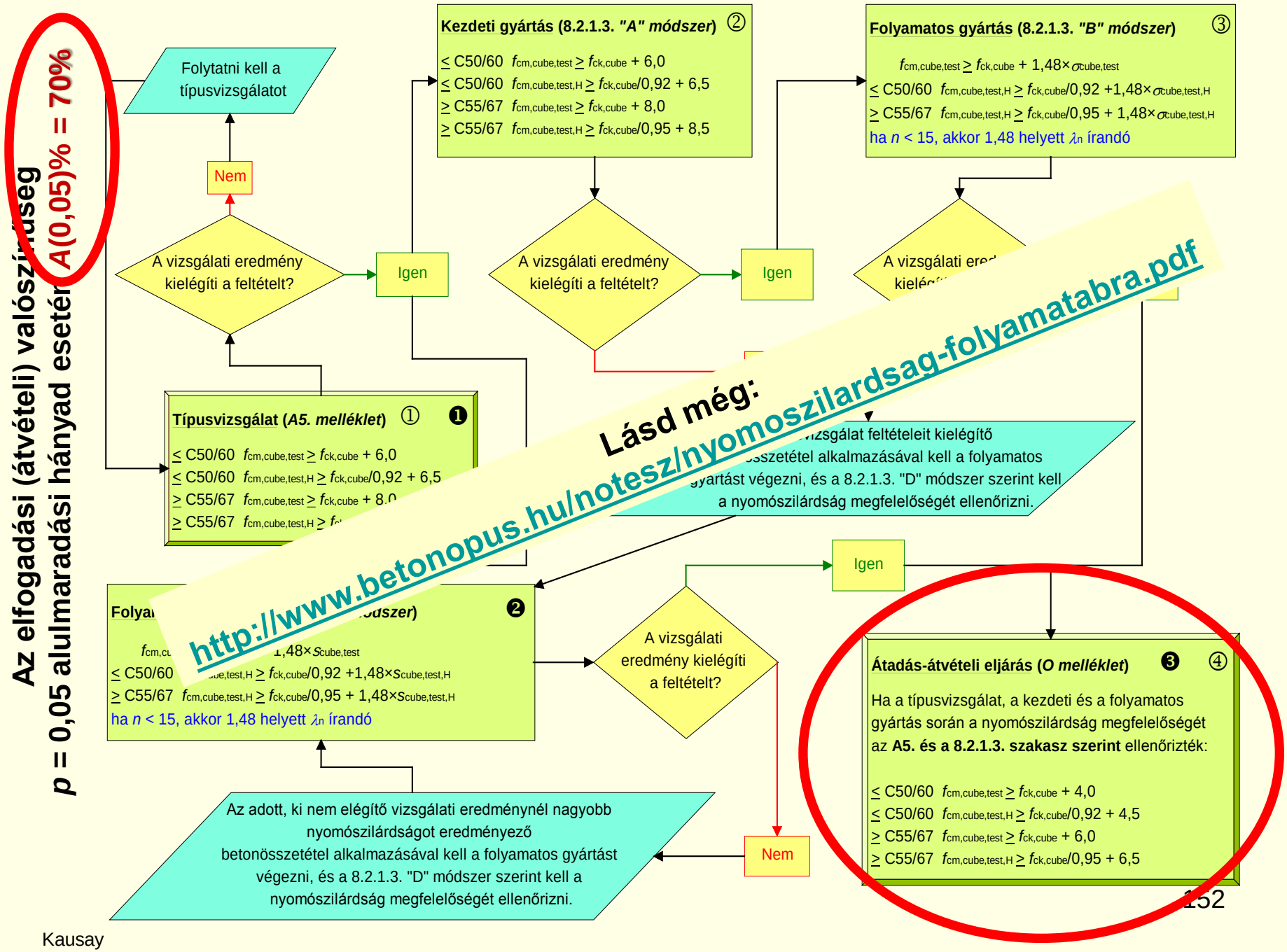
Lásd a következő diákat

Nyomószilárdság értékelési rendje az MSZ 4798:2016 szabvány szerint, ha az elfogadási valószínűség p = 0,05 alulmaradási hányad esetén $A(0,05)\%$ = 70%

Nyomószilárdság szerinti megfelelőség értékelése			
a **kezdeti gyártást megelőző** időszakban végzett **típusvizsgálat** eredménye alapján	a **kezdeti gyártás** időszakában végzett **gyártásközi ellenőrzés** eredménye alapján Megfelelőségi feltétel a kezdeti gyártás során	a **folyamatos gyártás** időszakában végzett **gyártásközi ellenőrzés** eredménye alapján Megfelelőségi feltétel a folyamatos gyártás során	az **átadás-átvételi** eljárás során **a gyártási időszaktól függetlenül**
A 150 mm élhosszúságú, 28 napos korú próbakockák, illetve ilyenek alkotta minták átlagos nyomószilárdságának ($f_{cm,cube,test}$, $f_{cm,cube,test,H}$) megfelelősége, N/mm²			
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 6,0$ ≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 6,5$ ≥ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 8,0$ ≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 8,5$	≤ C50/60 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 6,0$ ≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 6,5$ ≥ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 8,0$ ≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 8,5$	≤ C50/60 és ≥ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 1,48 \times \sigma_{cube,test}$ ≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 1,48 \times \sigma_{cube,test,H}$ ≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 1,48 \times \sigma_{cube,test,H}$ ha $n < 15$, akkor 1,48 helyett λ_n írandó, és ahol λ_n a *Taerwe*-tényező és $\sigma_{cube,test} \rightarrow s_{cube,test}$ stb.	≤ C50/60 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 4,0$ ≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 4,5$ ≥ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 6,0$ ≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 6,5$

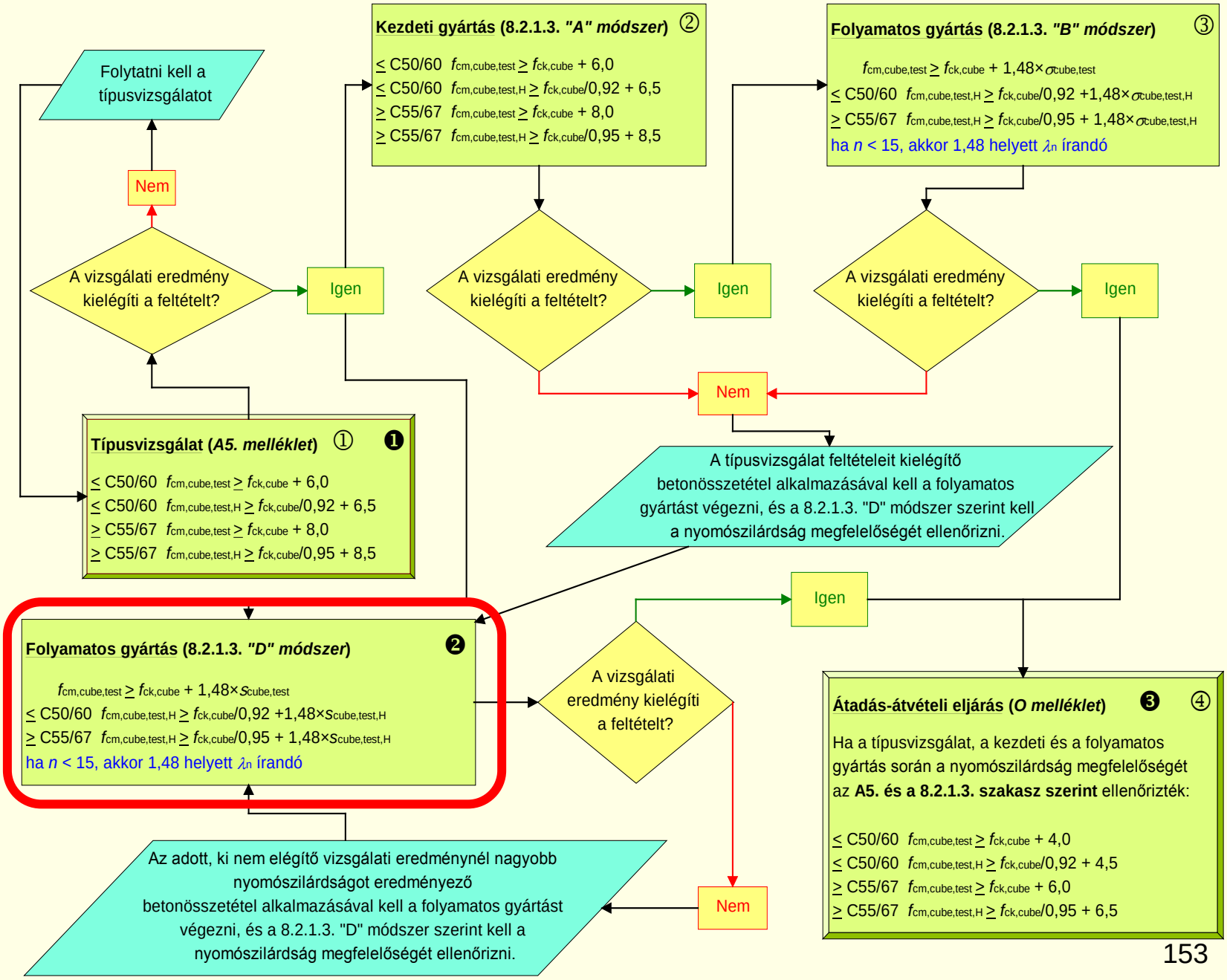

Az elfogadási (átvételi) valószínűség
p = 0,05 alulmaradási hányad esetén A(0,05)% = 70%
Folytatni kell a típusvizsgálatot
Nem
A vizsgálati eredmény kielégíti a feltételt?
Igen
Típusvizsgálat (A5. melléklet) ① ❶
≤ C50/60 fcm,cube,test ≥ fck,cube + 6,0
≤ C50/60 fcm,cube,test,H ≥ fck,cube/0,92 + 6,5
≥ C55/67 fcm,cube,test ≥ fck,cube + 8,0
≥ C55/67 fcm,cube,test,H ≥ fck,cube/0,95 + 8,5
Kezdeti gyártás (8.2.1.3. "A" módszer) ②
≤ C50/60 fcm,cube,test ≥ fck,cube + 6,0
≤ C50/60 fcm,cube,test,H ≥ fck,cube/0,92 + 6,5
≥ C55/67 fcm,cube,test ≥ fck,cube + 8,0
≥ C55/67 fcm,cube,test,H ≥ fck,cube/0,95 + 8,5
Folyamatos gyártás (8.2.1.3. "B" módszer) ③
fcm,cube,test ≥ fck,cube + 1,48×σcube,test
≤ C50/60 fcm,cube,test,H ≥ fck,cube/0,92 +1,48×σcube,test,H
≥ C55/67 fcm,cube,test,H ≥ fck,cube/0,95 + 1,48×σcube,test,H
ha n < 15, akkor 1,48 helyett λn írandó
A típusvizsgálat feltételeit kielégítő betonösszetétel alkalmazásával kell a folyamatos gyártást végezni, és a 8.2.1.3. "D" módszer szerint kell a nyomószilárdság megfelelőségét ellenőrizni.
Folyamatos gyártás (8.2.1.3. "D" módszer) ❷
fcm,cube,test ≥ fck,cube + 1,48×scube,test
≤ C50/60 fcm,cube,test,H ≥ fck,cube/0,92 +1,48×scube,test,H
≥ C55/67 fcm,cube,test,H ≥ fck,cube/0,95 + 1,48×scube,test,H
ha n < 15, akkor 1,48 helyett λn írandó
A vizsgálati eredmény kielégíti a feltételt?
Az adott, ki nem elégítő vizsgálati eredménynél nagyobb nyomószilárdságot eredményező betonösszetétel alkalmazásával kell a folyamatos gyártást végezni, és a 8.2.1.3. "D" módszer szerint kell a nyomószilárdság megfelelőségét ellenőrizni.
Átadás-átvételi eljárás (O melléklet) ❸ ④
Ha a típusvizsgálat, a kezdeti és a folyamatos gyártás során a nyomószilárdság megfelelőségét az A5. és a 8.2.1.3. szakasz szerint ellenőrizték:
≤ C50/60 fcm,cube,test ≥ fck,cube + 4,0
≤ C50/60 fcm,cube,test,H ≥ fck,cube/0,92 + 4,5
≥ C55/67 fcm,cube,test ≥ fck,cube + 6,0
≥ C55/67 fcm,cube,test,H ≥ fck,cube/0,95 + 6,5

Kausay


Az elfogadási (átvételi) valószínűség
p = 0,05 alulmaradási hányad esetén A(0,05)% = 70%
Folytatni kell a típusvizsgálatot
Nem
A vizsgálati eredmény kielégíti a feltételt?
Igen
Típusvizsgálat (A5. melléklet) ① ❶
≤ C50/60 fcm,cube,test ≥ fck,cube + 6,0
≤ C50/60 fcm,cube,test,H ≥ fck,cube/0,92 + 6,5
≥ C55/67 fcm,cube,test ≥ fck,cube + 8,0
≥ C55/67 fcm,cube,test,H ≥ fck,cube/0,95 + 8,5
Kezdeti gyártás (8.2.1.3. "A" módszer) ②
≤ C50/60 fcm,cube,test ≥ fck,cube + 6,0
≤ C50/60 fcm,cube,test,H ≥ fck,cube/0,92 + 6,5
≥ C55/67 fcm,cube,test ≥ fck,cube + 8,0
≥ C55/67 fcm,cube,test,H ≥ fck,cube/0,95 + 8,5
A vizsgálati eredmény kielégíti a feltételt?
Igen
Folyamatos gyártás (8.2.1.3. "B" módszer) ③
fcm,cube,test ≥ fck,cube + 1,48×σcube,test
≤ C50/60 fcm,cube,test,H ≥ fck,cube/0,92 +1,48×σcube,test,H
≥ C55/67 fcm,cube,test,H ≥ fck,cube/0,95 + 1,48×σcube,test,H
ha n < 15, akkor 1,48 helyett λn írandó
A vizsgálati
Igen
Lásd még:
http://www.betonopus.hu/notesz/nyomoszilardsag-folyamatabra.pdf
vizsgálat feltételeit kielégítő
összetétel alkalmazásával kell a folyamatos
gyártást végezni, és a 8.2.1.3. "D" módszer szerint kell
a nyomószilárdság megfelelőségét ellenőrizni.
Folya
❷
fcm,cu
1,48×scube,test
≤ C50/60
cube,test,H ≥ fck,cube/0,92 +1,48×scube,test,H
≥ C55/67 fcm,cube,test,H ≥ fck,cube/0,95 + 1,48×scube,test,H
ha n < 15, akkor 1,48 helyett λn írandó
A vizsgálati eredmény kielégíti a feltételt?
Igen
Átadás-átvételi eljárás (O melléklet) ❸ ④
Ha a típusvizsgálat, a kezdeti és a folyamatos gyártás során a nyomószilárdság megfelelőségét az A5. és a 8.2.1.3. szakasz szerint ellenőrizték:
≤ C50/60 fcm,cube,test ≥ fck,cube + 4,0
≤ C50/60 fcm,cube,test,H ≥ fck,cube/0,92 + 4,5
≥ C55/67 fcm,cube,test ≥ fck,cube + 6,0
≥ C55/67 fcm,cube,test,H ≥ fck,cube/0,95 + 6,5
Nem
Az adott, ki nem elégítő vizsgálati eredménynél nagyobb nyomószilárdságot eredményező betonösszetétel alkalmazásával kell a folyamatos gyártást végezni, és a 8.2.1.3. "D" módszer szerint kell a nyomószilárdság megfelelőségét ellenőrizni.

Kausay

Az elfogadási (átvételi) valószínűség
p = 0,05 alulmaradási hányad esetén A(0,05)% = 70%



Kausay

***D módszer:* Folyamatos gyártás a típusvizsgálat eredménye alapján**

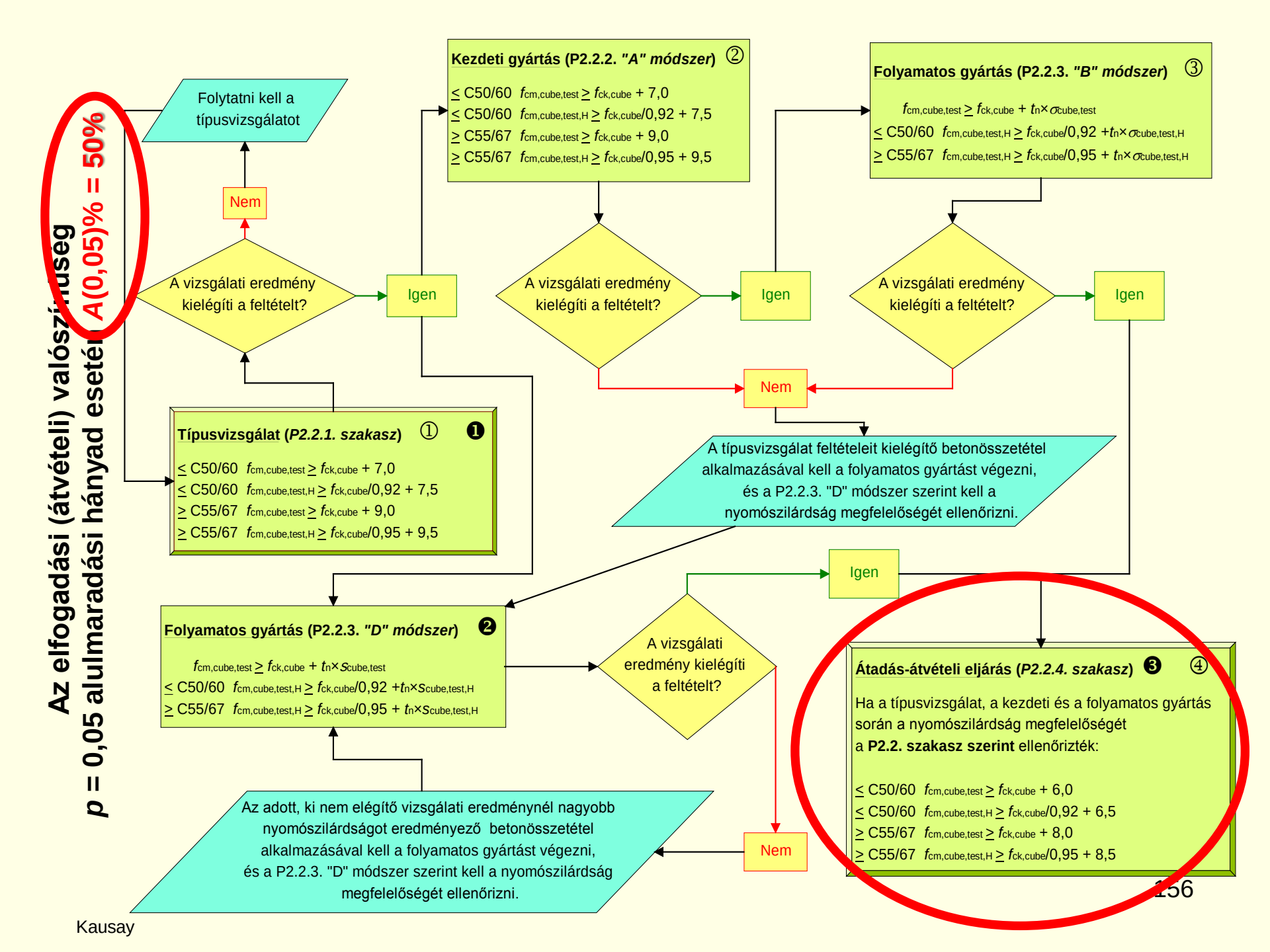
Az MSZ 4798:2016 szabvány 8.2.1.3.2. szakasza szerint a típusvizsgálat feltételeit kielégítő betonösszetétellel folyamatos gyártást lehet végezni, azaz a kezdeti gyártást át szabad ugrani, ki szabad hagyni.

A D módszer akkor alkalmazható, ha a kezdeti gyártás során 35 egymás utáni vizsgálati eredmény nem érhető el, és ezért egyrészt a kezdeti gyártásból a folyamatos gyártás eredményének értékeléséhez szükséges $\sigma_{35,cube,test}$, illetve $\sigma_{35,cube,test,H}$ szórást nem lehet meghatározni, és így a folyamatos gyártás nem kezdhető meg.

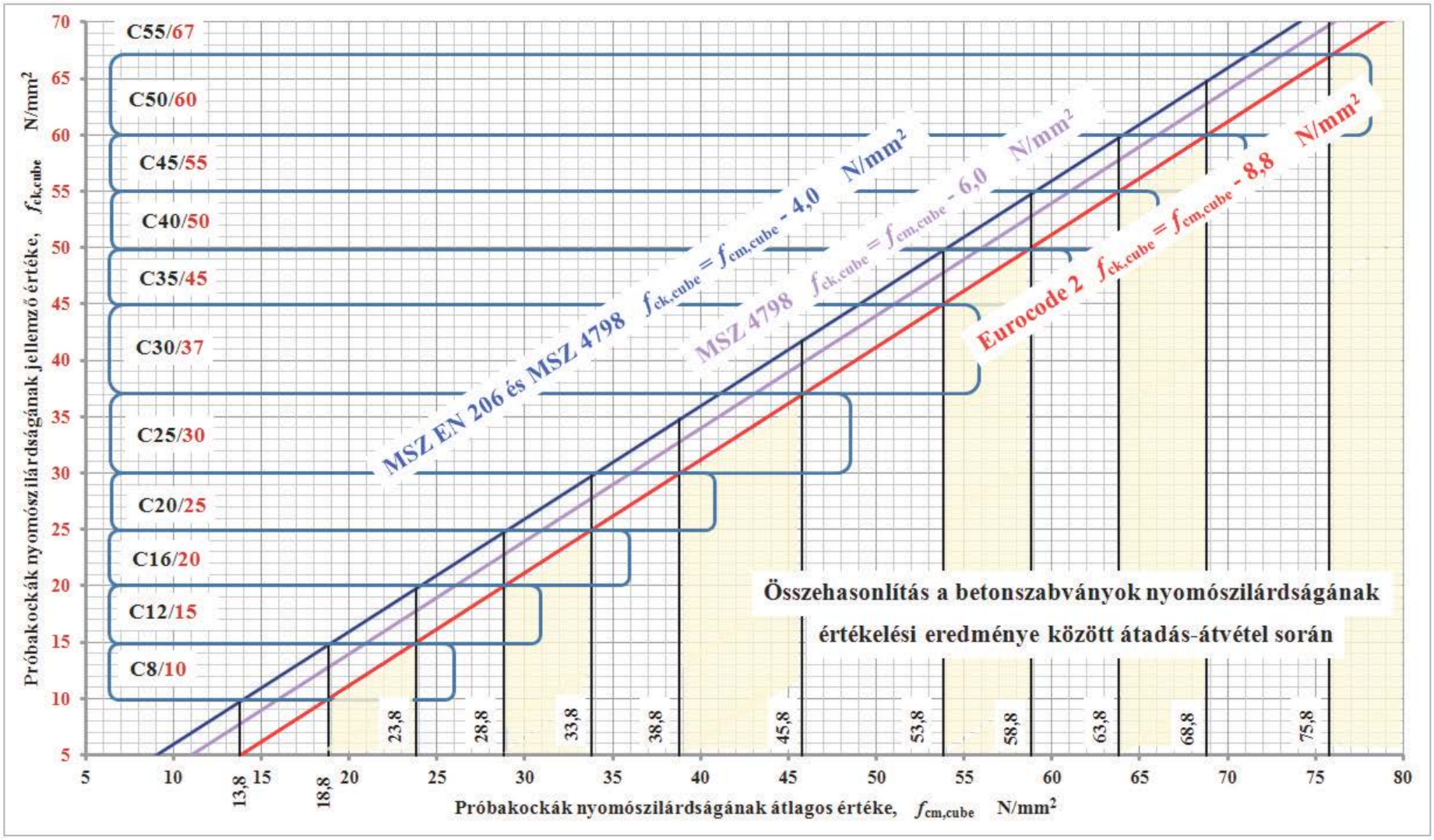
A D módszer alkalmazása során minden minta esetén meg kell határozni a minta saját $s_{cube,test}$, illetve $s_{cube,test,H}$ szórását, és ezzel kell a tapasztalati jellemző értéket ($f_{ck,cube,test}$, illetve $f_{ck,cube,test,H}$) kiszámítani.

Nyomószilárdság értékelési rendje az MSZ 4798:2016 szabvány szerint, ha az elfogadási valószínűség p = 0,05 alulmaradási hányad esetén $A(0,05)\%$ = 50%

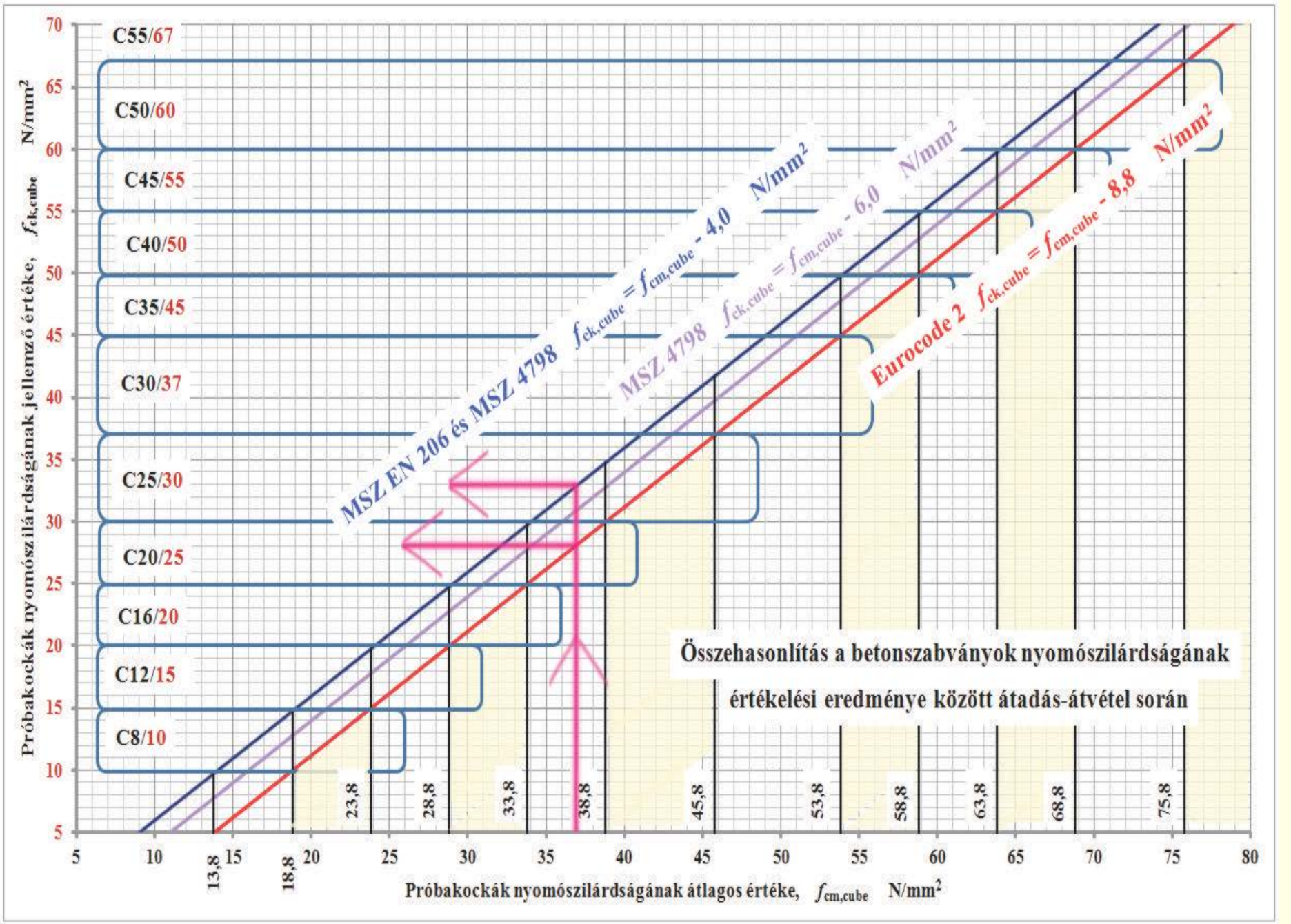
Nyomószilárdság szerinti megfelelőség értékelése			
a **kezdeti gyártást megelőző** időszakban végzett **típusvizsgálat** eredménye alapján	a **kezdeti gyártás** időszakában végzett **gyártásközi ellenőrzés** eredménye alapján Megfelelőségi feltétel a kezdeti gyártás során	a **folyamatos gyártás** időszakában végzett **gyártásközi ellenőrzés** eredménye alapján Megfelelőségi feltétel a folyamatos gyártás során	az **átadás-átvételi** eljárás során **a gyártási időszaktól függetlenül**
A 150 mm élhosszúságú, 28 napos korú próbakockák, illetve ilyenek alkotta minták átlagos nyomószilárdságának ($f_{cm,cube,test}$, $f_{cm,cube,test,H}$) megfelelősége, N/mm²			
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 7,0$ ≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 7,5$ ≥ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 9,0$ ≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 9,5$	≤ C50/60 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 7,0$ ≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 7,5$ ≥ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 9,0$ ≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 9,5$	≤ C50/60 és ≥ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + t_n \times \sigma_{cube,test}$ ≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + t_n \times \sigma_{cube,test,H}$ ≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + t_n \times \sigma_{cube,test,H}$ ahol t_n a *Student*-tényező és $\sigma_{cube,test} \rightarrow s_{cube,test}$ stb.	≤ C50/60 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 6,0$ ≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 6,5$ ≥ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 8,0$ ≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 8,5$

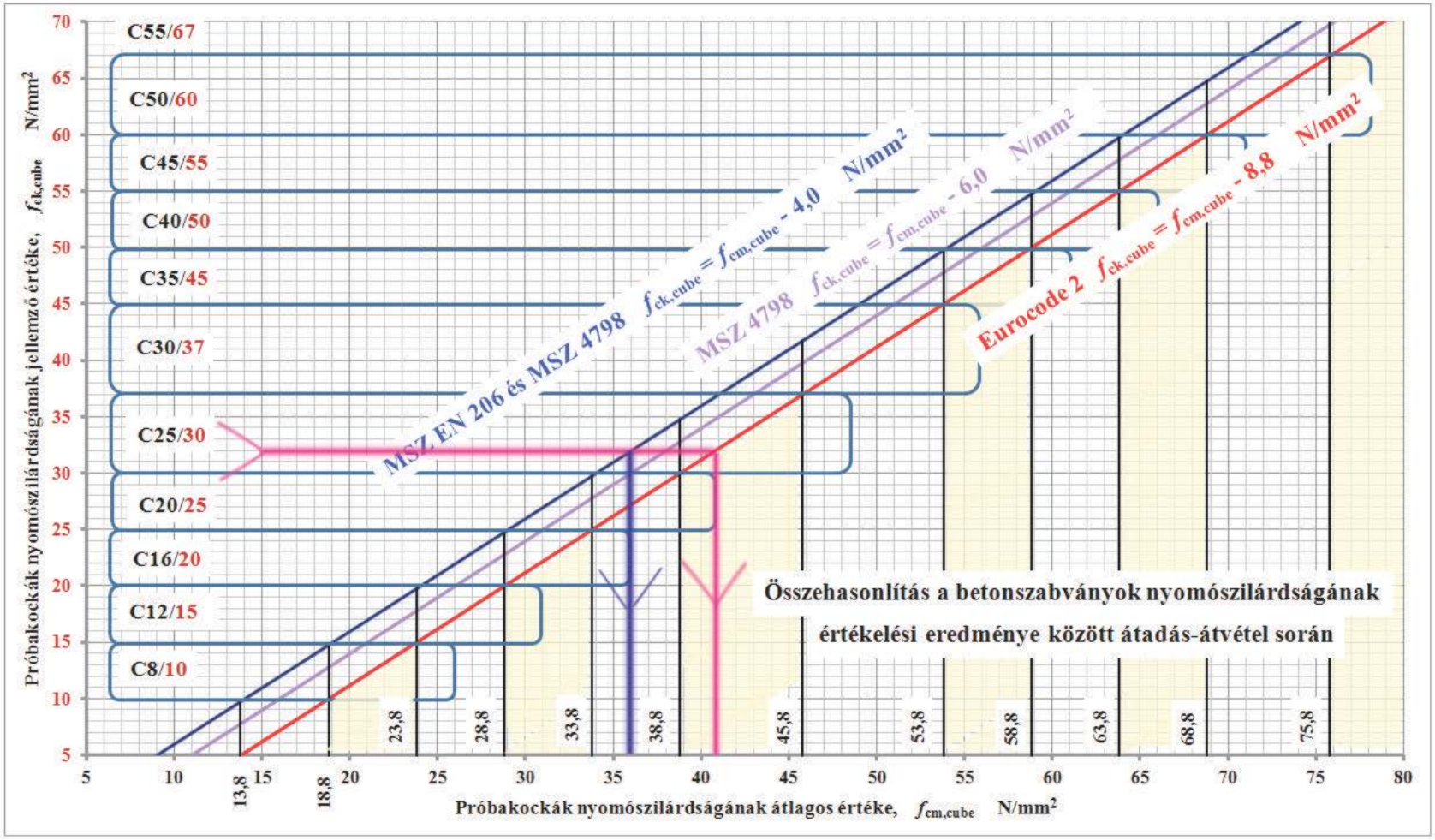

Az elfogadási (átvételi) valószínűség
p = 0,05 alulmaradási hányad esetén A(0,05)% = 50%
Folytatni kell a típusvizsgálatot
Nem
A vizsgálati eredmény kielégíti a feltételt?
Igen
Típusvizsgálat (P2.2.1. szakasz) ① ❶
≤ C50/60 fcm,cube,test ≥ fck,cube + 7,0
≤ C50/60 fcm,cube,test,H ≥ fck,cube/0,92 + 7,5
≥ C55/67 fcm,cube,test ≥ fck,cube + 9,0
≥ C55/67 fcm,cube,test,H ≥ fck,cube/0,95 + 9,5
Kezdeti gyártás (P2.2.2. "A" módszer) ②
≤ C50/60 fcm,cube,test ≥ fck,cube + 7,0
≤ C50/60 fcm,cube,test,H ≥ fck,cube/0,92 + 7,5
≥ C55/67 fcm,cube,test ≥ fck,cube + 9,0
≥ C55/67 fcm,cube,test,H ≥ fck,cube/0,95 + 9,5
Folyamatos gyártás (P2.2.3. "B" módszer) ③
fcm,cube,test ≥ fck,cube + tn×σcube,test
≤ C50/60 fcm,cube,test,H ≥ fck,cube/0,92 + tn×σcube,test,H
≥ C55/67 fcm,cube,test,H ≥ fck,cube/0,95 + tn×σcube,test,H
Folyamatos gyártás (P2.2.3. "D" módszer) ❷
fcm,cube,test ≥ fck,cube + tn×scube,test
≤ C50/60 fcm,cube,test,H ≥ fck,cube/0,92 + tn×scube,test,H
≥ C55/67 fcm,cube,test,H ≥ fck,cube/0,95 + tn×scube,test,H
A típusvizsgálat feltételeit kielégítő betonösszetétel alkalmazásával kell a folyamatos gyártást végezni, és a P2.2.3. "D" módszer szerint kell a nyomószilárdság megfelelőségét ellenőrizni.
Az adott, ki nem elégítő vizsgálati eredménynél nagyobb nyomószilárdságot eredményező betonösszetétel alkalmazásával kell a folyamatos gyártást végezni, és a P2.2.3. "D" módszer szerint kell a nyomószilárdság megfelelőségét ellenőrizni.
Átadás-átvételi eljárás (P2.2.4. szakasz) ❸ ④
Ha a típusvizsgálat, a kezdeti és a folyamatos gyártás során a nyomószilárdság megfelelőségét a P2.2. szakasz szerint ellenőrizték:
≤ C50/60 fcm,cube,test ≥ fck,cube + 6,0
≤ C50/60 fcm,cube,test,H ≥ fck,cube/0,92 + 6,5
≥ C55/67 fcm,cube,test ≥ fck,cube + 8,0
≥ C55/67 fcm,cube,test,H ≥ fck,cube/0,95 + 8,5

Kausay



Megállapítás: A betonszabványok sajnos nem akadályozzák meg, hogy a forgalmazott transzportbeton nyomószilárdsági osztálya nagyobb legyen, mint a beton átlagos nyomószilárdságához tartozó, Eurocode szerinti nyomószilárdsági osztály. Például:


C55/67
C50/60
C45/55
C40/50
C35/45
C30/37
C25/30
C20/25
C16/20
C12/15
C8/10
MSZ EN 206 és MSZ 4798 $f_{ck,cube} = f_{cm,cube} - 4,0$ N/mm²
MSZ 4798 $f_{ck,cube} = f_{cm,cube} - 6,0$ N/mm²
Eurocode 2 $f_{ck,cube} = f_{cm,cube} - 8,8$ N/mm²
Összehasonlítás a betonszabványok nyomószilárdságának értékelési eredménye között átadás-átvétel során
Próbakockák nyomószilárdságának jellemző értéke, $f_{ck,cube}$ N/mm²
Próbakockák nyomószilárdságának átlagos értéke, $f_{cm,cube}$ N/mm²
5 10 13,8 15 18,8 20 23,8 25 28,8 30 33,8 35 38,8 40 45 45,8 50 53,8 55 58,8 60 63,8 65 68,8 70 75,8 75 80
5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70



A beton összetételét az átlagos nyomószilárdság alapján tervezik.
Így az EN 206 szerint és az MSZ 4798:2016 szabvány szerint megfelelő betonnak kisebb lehet az átlagos nyomószilárdsága, ezért nagyobb lehet a víz-cement tényezője, kisebb lehet a cementtartalma stb., mint az Eurocode szerint megfelelő betonnak.
Más szóval nem kizárt, hogy az EN 206 és az MSZ 4798:2016 szerint megfelelő beton cementköve az Eurocode szerint megfelelőénél porózusabb, kisebb szilárdságú, azaz gyengébb minőségű.

Kik az EN 206 betonszabvány szilárdság-értékelési módszerének kárvallottjai?

Kárvallottak:

- **a tervező statikus mérnökök, mert a szerkezeteik olyan betonból készülhetnek, amelyek szilárdsága és tartóssága kisebb, mint amelyet a méretezési modell feltételez;**
- **a cementgyárak, mert kisebb a cement felhasználás;**
- **a beruházó és a társadalom, mert a meg nem felelő beton átvételének valószínűsége nagyobb, a szerkezet biztonsági tartaléka kisebb, a szerkezet hamarabb felújításra szorul, tehát az olcsón épített szerkezet, amely rövid távon gazdaságnak tűnt, hosszú távon drágává válik.**

És kik a szisztéma haszonélvezői?

Haszonélvezői azok a transzportbetongyárak, amelyek a kisebb átlagszilárdságú, olcsóbb betonjuk révén az árversenyből győztesen kerülnek ki, és ezáltal jutnak megrendeléshez.

Példa a beton jelére 50 %-os elfogadási valószínűség esetén

Annak a C40/50 nyomószilárdsági osztályú (szokványos) betonnak a jele, amelyből esőtől védett helyen álló feszített vasbeton gerenda készül (környezeti osztály: XC3), névleges legnagyobb szemnagysága D_{max} = 24 mm, konzisztenciája képlékeny és terülési mértéke 420–480 mm közé esik, konzisztencia osztálya F3, megengedett kloridtartalma a cement tömegszázalékában kifejezve 0,10 tömegszázalék, CEM I 52,5 szilárdsági osztályú portlandcementtel készül, tervezési élettartama 100 év, a következő:

C40/50 – AC_{50}(H) – XC3 – 24 – F3 – Cl 0,10 – CEM I 52,5 – 100 év – MSZ 4798

AC → Acceptante characteristic curve = elfogadási jelleggörbe

Visszatérve a szórás kérdésére: Az MSZ 4798:2016 szabványban adott tárolási módón belül a Ø150×300 mm méretű próbahengereken és a 150 mm élhosszúságú próbakockákon, illetve ilyenek alkotta mintákon mért nyomószilárdságok számításba vehető legkisebb szórásának értéke ($s_{cyl,test,min}$, illetve $s_{cube,test,min}$) között nem teszünk különbséget.

A **tapasztalati szórásnak** ($\sigma_{cube,test}$; $s_{cube,test,H}$) az alulmaradási tágasságban számításba vehető legkisebb értéke, **az elfogadási valószínűségtől függetlenül:**

végig víz alatt tárolt próbakockák esetén:

ha a nyomószilárdsági osztály ≤ C50/60, akkor:

$s_{test,min} \sim \sigma_{test} = 3{,}0\ N/mm^2$

ha a nyomószilárdsági osztály ≥ C55/67 (nagyszilárdságú beton), akkor

$s_{test,min} \sim \sigma_{test} = 5{,}0\ N/mm^2$

vegyesen tárolt próbakockák esetén:

ha a nyomószilárdsági osztály ≤ C50/60, akkor:

$s_{test,min} \sim \sigma_{test} = 3{,}3\ N/mm^2$

ha a nyomószilárdsági osztály ≥ C55/67 (nagyszilárdságú beton), akkor

$s_{test,min} \sim \sigma_{test} = 5{,}3\ N/mm^2$

Az MSZ EN 206:2014 szabvány 8.2.1.2 szakasz (4) bekezdése szerint, ha a nyomószilárdság vizsgálati eredmények terjedelme nagyobb, mint az átlag 15%-a (EN 206:2013 → „the range of the test values is more than 15 % of the mean”; Vorschlag ÖNORM B 4710-1:2014 → „die Spannweite der Prüfwerte mehr als 15 % des Mittelwertes beträgt”), akkor azokat értékelni nem szabad, hacsak vizsgálat nem deríti ki az egyik egyedi vizsgálati érték elvetését igazoló elfogadható okot.

Ez egy nagyon szigorú előírás! Nincs itt félreértés? Helyes-e az előírást a terjedelemre érteni, nem az eltérésről van szó?

FOGALOM:

Die Spannweite (englisch *range*) ist das einfachste Streuungsmaß (szórásjellemző) in der Statistik, und berechnet sich als Distanz zwischen dem größten und dem kleinsten Messwert:

$$R = x_{max} - x_{min}$$

Nincs félreértés, a terjedelemről van szó!

Az MSZ 4798:2016 szabvány ezért az MSZ EN 206:2014 szabvány ezen intézkedése alól, – amely szerint, ha a nyomószilárdság vizsgálati eredmények terjedelme nagyobb, mint az átlag 15%-a, akkor azokat értékelni nem szabad – bizonyos felmentést ad, és ennek vonatkozásában az alulmaradási tágasság jellegétől függően különbséget tesz.

Az MSZ 4798:2016 szabvány szerint, ha jellemző (karakterisztikus) értéket

- **① a tapasztalati szórásnak is függvényét képező alulmaradási tágassággal ($\lambda_n \times \sigma_{cube,test}$, $\lambda_n \times s_{cube,test,H}$, $t_n \times \sigma_{cube,test}$, $t_n \times s_{cube,test,H}$) számítják ki, akkor a tapasztalati szórás büntető jellegére tekintettel az MSZ EN 206:2014 szabvány fenti 15%-os korlátozó intézkedését figyelmen kívül kell hagyni;**
- **② konstans értékű alulmaradási tágassággal számítják ki, akkor az MSZ EN 206:2014 szabvány fenti 15%-os korlátozó intézkedését ugyan figyelembe kell venni, de a nyomószilárdság vizsgálati eredményeket, ha terjedelmük nagyobb, mint az átlag 15%-a, nem kell feltétlenül elvetni, azaz bizonyos feltételek mellett az ilyen tétel nyomószilárdsága is értékelhető.**

Lásd a következő diát

Ennek a ② esetbeli értékelésnek a feltételei a következők:

A típusvizsgálat, a kezdeti gyártás és az átadás-átvételi eljárás során a nyomószilárdság vizsgálati eredmények értékeléséhez az MSZ 4798:2016 szabványban alkalmazott összefüggésekben az alulmaradási tágasság a tapasztalati szórásnak nem függvénye, hanem a szórástól független konstans érték, a nagy szórásnak nincs büntető jellege, bármekkora nagy is a szórás, az alulmaradási tágasság konstans volta miatt hatása a nyomószilárdság jellemző (karakterisztikus) értékében nem mutatkozik.

Ezért, ha az alulmaradási tágasság konstans, akkor az egyes próbatestek vagy minták nyomószilárdság vizsgálati eredményeinek terjedelme ne legyen nagyobb, mint a vizsgálati eredmények átlagának 15%-a.

Az MSZ 4798:2016 szabvány szerint, ha a nyomószilárdság értékek terjedelme az átlag 15%-ánál nagyobb, akkor szabad az átlagot és a terjedelmet a legnagyobb nyomószilárdság vizsgálati eredmény elhagyásával újraszámítani, és ezt az újraszámítást mindaddig (akár két próbatest vagy minta vizsgálati értékéig is) folytatni, amíg az újraszámított terjedelem egyenlő vagy kisebb lesz, mint az újraszámított átlag 15%-a.

Ha az alulmaradási tágasság konstans érték,

- akkor a beton nyomószilárdság szerinti megfelelőségének igazolásához az így utolsónak újraszámított átlagot kell használni,

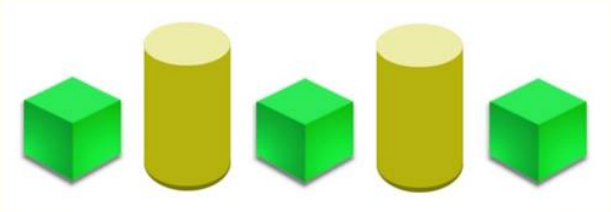
- vagy a beton nyomószilárdság szerinti megfelelőségét az eredeti nyomószilárdság vizsgálati eredmények tapasztalati szórásának függvényét képező alulmaradási tágasság (például *λ*n×stest vagy *t*n×stest) mellett kell ellenőrizni az MSZ 4798:2016 szabvány 8.2.1.3.2. szakaszának (5) bekezdése alatti vagy P2.2.3. szakasza alatti összefüggések valamelyikével, például:

$$f_{cm,cube,test} \geq (f_{ck,cube} + t_n \times s_{cube,test}) \qquad N/mm^2$$

Köszönöm szépen a figyelmet
2007/4/6 18:01

TARTÓSZERKEZETI BETONOK NYOMÓSZILÁRDSÁGA

az MSZ EN 1990 és MSZ EN 1992 Eurocode 2 szabvány szerint



Jász-Nagykun-Szolnok Megyei Mérnöki Kamara
Szolnok, 2019. november 21.

Dr. Kausay Tibor, BME Építőanyagok és Magasépítés Tanszék

Tisztelt Hölgyek és Urak!

A betontechnológiában a nyomószilárdságnak nagy a jelentősége,
ami abban is megmutatkozik, hogy a
beton jelében első helyen a nyomószilárdsági osztály jele áll.

Nyomó-szilárd-sági osztály	Kör-nyezeti osztály	Leg-nagyobb szem-nagyság, mm	Konzisz-tencia	Tervezési élet-tartam	Szabvány száma
C30/37 –	XC3 –	24 –	F3	– 100 év –	MSZ 4798:2016

Az Európai Parlament és az EU Tanácsa építési termékek forgalmazására vonatkozó harmonizált feltételek megállapításáról szóló 2011. március 9-i 305/2011/EU rendeletének I. melléklete szerint

az építménynek mind egészükben, mind különálló részeikben meg kell felelniük a rendeltetés szerinti használhatóság következő alapvető követelményeinek:

1. **Mechanikai szilárdság és állékonyság;**
2. **Tűzbiztonság;**
3. **Higiénia, az egészség- és a környezetvédelem;**
4. **Biztonságos használat és akadálymentesség;**
5. **Zajvédelem;**
6. **Energiatakarékosság és hővédelem;**
7. **Természeti erőforrások fenntartható használata.**

A TARTÓSZERKEZETI BETONOK olyan betonok, amelyek szilárdsági tulajdonságaik folytán alkalmasak az **Eurocode** szabványok szerint tervezett **beton-, vasbeton-, és feszített vasbeton-szerkezetek** készítésére.

A TARTÓSZERKEZETI BETONOK olyan betonok, amelyek szilárd[illegible]ági

Más szóval az MSZ EN 1990 és MSZ EN 1992 Eurocode 2 szabvány szerint tervezett betonszerkezetek betonját tartószerkezeti betonnak nevezzük.

[illegible]kal-masak az Eurocode szabványok szerint tervezett beton-, vasbeton-, és feszített vasbeton-szerkezetek készítésére.

MAGYAR SZABVÁNY MSZ EN 1990

Eurocode: A tartószerkezetek tervezésének alapjai

1.5.2.8.

tervezési élettartam (design working life)

Az a feltételezett időtartam, melynek során a tartószerkezet vagy annak egy része az előirányzott fenntartás mellett, de jelentős javítási munkák nélkül, a tervezett rendeltetésének megfelelően használható.

Az MSZ EN 1990 Eurocode szabvány 2.1. táblázata szerint a tartószerkezeti betonoknak az előírt tervezési élettartamtól függő öt osztálya van.

2.1. táblázat: Tervezési élettartamok

Osztály	Előírt tervezési élettartam (év)	Példák
1.	10	Ideiglenes tartószerkezetek (1)
2.	10–25	Cserélhető tartószerkezeti részek, például darupályatartók, saruk
3.	15–30	Mezőgazdasági és hasonló tartószerkezetek
4.	50	Épületek tartószerkezetei és egyéb szokásos tartószerkezetek
5.	100	Monumentális épületek tartószerkezetei, hidak és más építőmérnöki szerkezetek

(1) Az olyan tartószerkezeteket vagy azok részeit, melyek újrafelhasználás céljából szétszerelhetők, nem kell ideiglenes szerkezetnek tekinteni.

Monumentális épületek

Az MSZ EN 1990:2011 tartószerkezet tervezési szabvány 2.1. táblázatában a 100 év tervezési élettartamú (5. osztály) építmények egyik példájaként szereplő kifejezés, amelyben a monumentális jelző korántsem az épületszerkezetek vagy épületek óriási, hatalmas méreteire (*Bakos* 1973), hanem – a hidakhoz és más építőmérnöki szerkezetekhez hasonlóan – az épületek, illetve építmények jelentőségére, értékére, tartósságára utal.

A tartószerkezeti betonféleségeket – az MSZ EN 1990:2011 szabvány 2.3. szakasza szerinti tervezési élettartam osztályoknak megfelelően – jellegük alapján összefoglaló névvel a *következő diakockán szereplő táblázat* jobb oszlopa szerint nevezhetjük; ezzel utalva arra is, hogy *az élettartam éveket elvontan kell felfogni, azok tulajdonképpen a tartószerkezet tartósságának tervezési modellbeli fokozatai.*

***A tartószerkezetek fogalmát tágabban, teherhordó, teherbíró szerkezetként értelmezve* a pályaburkolatok is beilleszthetők az Eurocode tervezési élettartam osztályaiba:**

- a *repülőtéri fel- és leszállópályák, repülőtéri gurulóutak* betonburkolata a legalább 100 év tervezési élettartamú tartószerkezetek 5. osztályába tartozónak tekinthetők,

- a jelentősebb beton-útpályaburkolatok (*autópályák, főközlekedési utak* betonburkolata) a legalább 50 év tervezési élettartamú tartószerkezetek 4. osztályába tartozónak,

- az *egyéb beton-útpályaburkolatok és az ipari padlóbetonburkolatok* a legalább 30 év tervezési élettartamú tartószerkezetek 3. osztályába tartozónak tekinthetők.

TERVEZÉSI ÉLETTARTAMOK (MSZ EN 1990:2011 Eurocode 2 szabvány)			Tervezési élettartam osztályok tartószerkezeti betonjai
Terve-zési élet-tartam osztály	Előírt tervezési élet-tartam, év, legalább	Példák A feszített vasbetonszerkezeteket és azok betonját az építmény jellegétől függetlenül az 5. osztályba kell sorolni, és tervezési élettartamukat 100 évnek kell tekinteni.	
1.	10	Ideiglenes tartószerkezetek. Az olyan tartószerkezeteket vagy azok részeit, amelyek újrafelhasználás céljából szétszerelhetők, és várhatóan újra fel is fogják használni, nem helyes ideiglenes szerkezetnek tekinteni. Nem szabad ideiglenes tekinteni az olyan kiegészítő szerkezeteket (például autópálya melletti, közel álló zajvédő falelemeket), amelyek cseréje a forgalom leállításával jár.	Ideiglenes tartószerkezetek betonja.
2.	10-25	Cserélhető tartószerkezeti részek, például darupálya tartók, saruk.	Cserélhető tartószerkezeti elemek betonja
3.	15-30	Mezőgazdasági és hasonló tartószerkezetek.	Mezőgazdasági tartószerkezetek betonja, Útpályabetonok, Padlóbetonok
4.	50	Épületek tartószerkezetei és egyéb szokásos tartószerkezetek.	Épületszerkezeti betonok, Autópályabetonok, Főútpályabetonok
5.	100	Monumentális épületek tartószerkezetei, hidak és más építőmérnöki szerkezetek.	Hídszerkezeti betonok, Repülőtéri pályabetonok

Tervezési élettartam

A tervezési élettartam előírt, követelmény érték. Időtartam, amely alatt elvárják, hogy a szerkezetbe épített beton megfelelő fenntartás mellett, de jelentős javítási munkák nélkül, tervezett rendeltetésének megfelelően használható.

Használati élettartam

A használati élettartam tényleges, tapasztalati érték. Időtartam, amely alatt a szerkezetbe épített beton megfelelő fenntartás mellett, de jelentős javítási munkák nélkül, tervezett rendeltetésének megfelelően használható.

A tervezési és a használati élettartam fogalma természetesen nem azonos a szavatossági vagy a jótállási idő fogalmával.

Tartósság

A tartós beton használati élettartama nagyobb, vagy legalább akkora, mint a tervezési élettartam.

A tartószerkezeti betonok – köztük a hídszerkezeti betonok – szempontjából alapvetés, hogy az *MSZ EN 1990 Eurocode szabvány 6.4.2. szakasza* értelmében a tartószerkezeti elem állékonysága és szilárdsága akkor megfelelő, ha a szerkezei elem teherbírásának tervezési értéke (R_d) legalább akkora vagy nagyobb, mint az igénybevételek tervezési értéke (E_d):

$$E_d \leq R_d$$

MAGYAR SZABVÁNY **MSZ EN 1990**

Eurocode: A tartószerkezetek tervezésének alapjai

(3)P Egy keresztmetszet, egy tartószerkezeti elem vagy egy kapcsolat törési vagy túlzott alakváltozás bekövetkezte miatti határállapotának (STR és/vagy GEO) vizsgálata során igazolni kell, hogy:

$$E_d \leq R_d \qquad (6.8.)$$

ahol:

E_d az igénybevételek tervezési értéke, úgymint belső erő, nyomaték, vagy a belső erőket, nyomatékokat tartalmazó vektormennyiség;

R_d a megfelelő ellenállás tervezési értéke.

R_d = teherbírásának tervezési értéke **E_d = igénybevételek tervezési értéke**

A szerkezeti elemek tervezési értékének ezen általános összefüggése ($R_d \geq E_d$) beton-, vasbeton- és feszített vasbetonszerkezetek betonjára az MSZ EN 1992-1-1 szabvány 3.1.6. szakaszának (1)P bekezdése szerint a következő alakot ölti:

$$f_{ck,cyl,test} \geq f_{ck,cyl} \geq f_{cd} = \frac{\gamma_C}{\propto_{cc}} \times \sigma_{cu} \quad \left[N/mm^2\right], \text{ ahol:}$$

$f_{ck,cyl,test}$ = **a ∅150×300 mm méretű, laboratóriumi sablonban készített, kizsaluzás után végig víz alatt tárolt és vizes állapotú, *nem csiszolt* nyomott felületű, 28 napos korú beton próbahengerek nyomószilárdságának *tapasztalati* (mért) jellemző (karakterisztikus) értéke, [N/mm^2], (MSZ 4798)**

$f_{ck,cyl}$ = **a ∅150×300 mm méretű, laboratóriumi sablonban készített, kizsaluzás után végig víz alatt tárolt és vizes állapotú, *nem csiszolt* nyomott felületű, 28 napos korú beton próbahengerek nyomószilárdságának *előírt* jellemző (karakterisztikus) értéke, amely vasbeton esetén csak a 20, 25, 30, 40, 45, 50, 55, 60, 70, 80, 90 és 100 N/mm^2 valamelyike lehet, (MSZ EN 1992-1-1 szabvány 3.1.2. szakasza és a 3.1. táblázat)**

megismételve az összefüggést:

$$f_{ck,cyl,test} \geq f_{ck,cyl} \geq f_{cd} = \frac{\gamma_C}{\propto_{cc}} \times \sigma_{cu} \quad \left[N/mm^2\right], \text{ ahol:}$$

f_{cd} = **a beton – ∅150×300 mm méretű, laboratóriumi sablonban készített, kizsaluzás után végig víz alatt tárolt és vizes állapotú, *nem csiszolt* nyomott felületű, 28 napos korú beton próbahengerek értelmezett – nyomószilárdságának teherbírási tervezési értéke, [N/mm^2], (MSZ EN 1992-1-1 szabvány 3.1.6. szakasza)**

A nyomószilárdság teherbírási tervezési értékének (f_{cd}) fogalma lényegében megfelel a régebben (az európai szabványok bevezetése előtti időkben) „beton nyomóhatárfeszültségnek” nevezett fogalomnak, amelynek a jele σ_{bH} volt.

σ_{cu} = **a beton – az igénybevételből számított, a fajlagos törési összenyomódáshoz tartozó – nyomófeszültsége, [MSZ EN 1992-1-1:2010 szabvány 1.6. szakasza], N/mm^2**

és még egyszer:

$$f_{ck,cyl,test} \geq f_{ck,cyl} \geq f_{cd} = \frac{\gamma_C}{\propto_{cc}} \times \sigma_{cu} \quad \left[N/mm^2\right],$$

ahol:

γ_C = **a beton biztonsági (parciális) tényezője osztott biztonsági tényezős méretezési eljárás mellett, amelynek értéke tartós és ideiglenes beton-, vasbeton- és feszített vasbetonszerkezetek esetén γ_C = 1,5, (MSZ EN 1992-1-1 szabvány 2.4.2.4. szakasz, 2.1.N táblázat)**

α_{cc} = tartós szilárdsági tényező

A beton σ_{cu} nyomófeszültségének a tartós szilárdság figyelembevételére szolgáló osztója, amelynek értéke (MSZ EN 1992-1-1:2010 szabvány 3.1.6. szakaszának (1)P bekezdése és NA2.2.1. szakasza alapján Magyarországon legfeljebb

- **az 50 év tervezési élettartamú szerkezetek esetén $\alpha_{cc} = 1{,}00$;**
- **az 50 évnél nagyobb tervezési élettartamú szerkezetek esetén $\alpha_{cc} = 0{,}85$.**

Ha a beton szilárdságát $t > 28$ napos korban határozzák meg, akkor az α_{cc} tényezőt a nemzeti mellékletben található k_t tényezővel megszorozva csökkenteni kell (MSZ EN 1992-1-1:2010 szabvány 3.1.2. szakaszának (4) bekezdése szerint).

Rövidebben: α_{cc} = tényező a tartós terhelés beton-nyomószilárdságra gyakorolt hatásának és a terhelés módjából származó kedvezőtlen hatásoknak a figyelembevételére, (MSZ EN 1992-1-1 szabvány NA8.1. nemzeti előírás a szabvány 3.1.6. szakaszához)

MSZ EN 1992-1-1:2010 Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése. 1-1. rész: Általános és épületekre vonatkozó szabályok

3.1. táblázat: A betonok szilárdsági és alakváltozási jellemzői

Betonszilárdsági osztályok														Analitikus összefüggés/magyarázat
f_{ck} [MPa]	12	16	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90	
$f_{ck,cube}$ [MPa]	15	20	25	30	37	45	50	55	60	67	75	85	95	105	
f_{cm} [MPa]	20	24	28	33	38	43	48	53	58	63	68	78	88	98	$f_{cm}=f_{ck}+8$ [MPa]

Az MSZ EN 1992-1-1 szabvány 3.1. táblázata szerint a ∅150×300 mm méretű, laboratóriumi sablonban készített, kizsaluzás után végig víz alatt tárolt és vizes állapotú, nem csiszolt nyomott felületű, 28 napos korú beton próbahengerek előírt átlagos nyomószilárdsága:

$$f_{cm,cyl} = f_{ck,cyl} + 8\ \mathrm{N/mm^2},$$

amelyből: $f_{ck,cyl} = f_{cm,cyl} - 8\ \mathrm{N/mm^2}$ **és**

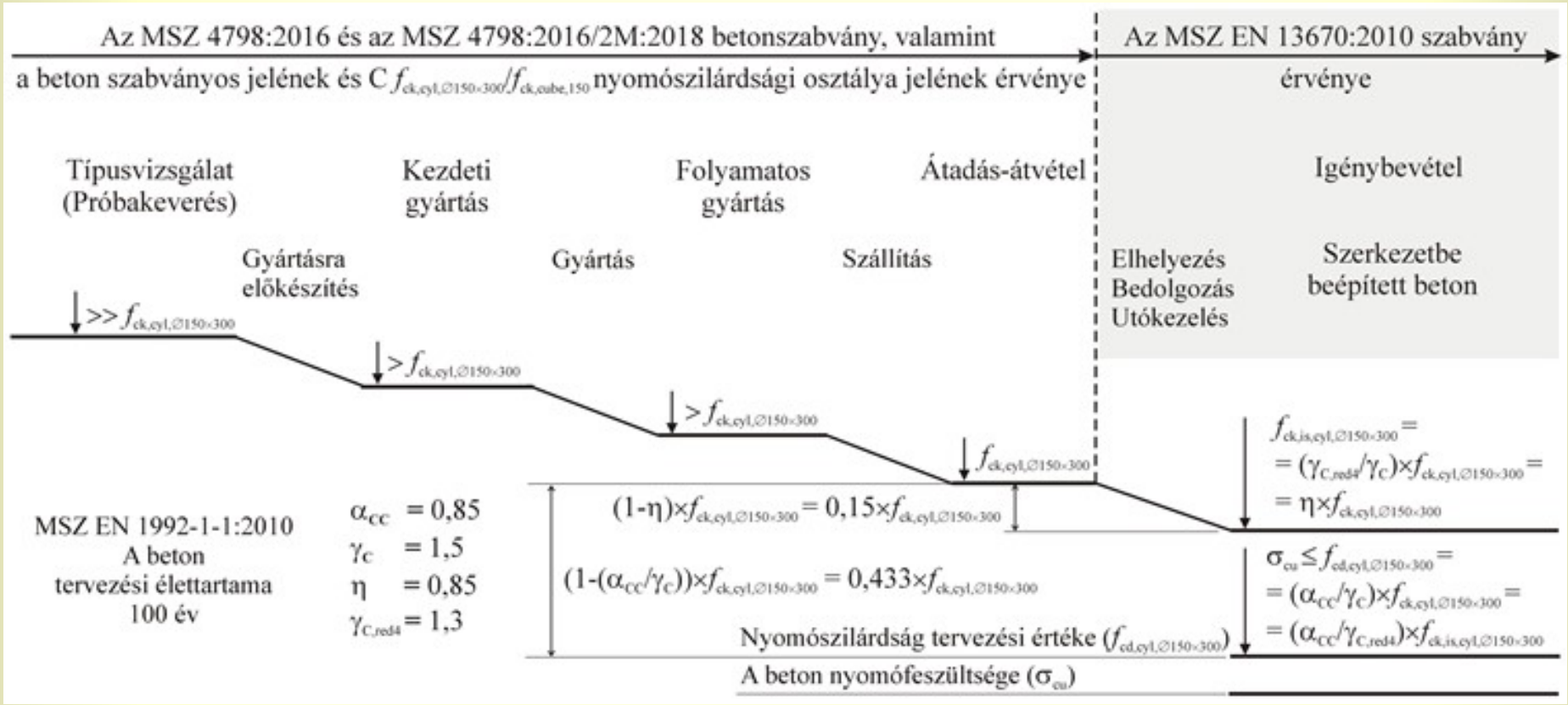
$$f_{ck,cyl,test} = f_{cm,cyl,test} - 8 \geq f_{cm,cyl} - 8 \geq$$

$$\geq f_{cd} = \frac{\gamma_c}{\alpha_{cc}} \times \sigma_{cu} \quad [\mathrm{N/mm^2}],$$

majd ebből egyenletrendezéssel a ∅150×300 mm méretű, laboratóriumi sablonban készített, kizsaluzás után végig víz alatt tárolt és vizes állapotú, *nem csiszolt* nyomott felületű, 28 napos korú beton próbahengerek nyomószilárdságának tapasztalati (mért) átlagértéke:

$$f_{\mathrm{cm,cyl,test}} \geq f_{\mathrm{cm,cyl}} = f_{ck,cyl} + 8 \geq f_{cd} + 8 = \frac{\gamma_{\mathrm{c}}}{\alpha_{\mathrm{cc}}} \times \sigma_{\mathrm{cu}} + 8 \ \left[\mathrm{N/mm^2}\right]$$

A beton nyomófeszültségének (σ_{cu}) és előírt jellemző (karakterisztikus) értékének ($f_{ck,cyl,Ø150\times300}$) kapcsolata az MSZ EN 1992-1-1:2010 (Eurocode 2) és MSZ 4798:2016 szabvány szerint



HÍDSZERKEZETI BETONOK,
mint a tartószerkezeti betonok egyik csoportja

Az Eurocode alapján tervezett közúti hidak építésére alkalmas – az MSZ EN 1990 Eurocode szabvány 2.1. táblázata szerint a tartószerkezeti betonok tervezési élettartam szerinti 5. osztályába tartozó – 100 év tervezési élettartamú hídszerkezeti beton ezen útügyi műszaki előírás szerinti tartószerkezeti beton.
Az MSZ EN 1992-1-1 szabvány 3.1.6. szakaszához tartozó NA8.1. nemzeti előírás szerint a tartós terhelések hatás tényezőjének értéke 100 év tervezési élettartamú szerkezetek esetén $\alpha_{cc} = 0{,}85$. Ennek megfelelően a hídszerkezeti betonok tapasztalati (mért) nyomószilárdságának átlagértéke:

$$f_{cm,cyl,test} \geq f_{cm,cyl} = f_{ck,cyl} + 8 \geq f_{cd} + 8 =$$

$$= \frac{\gamma_c}{\alpha_{cc}} \times \sigma_{cu} + 8 = 1{,}765 \times \sigma_{cu} + 8 \ [\mathrm{N/mm^2}]$$

megismételve az összefüggést:

$$f_{\mathrm{cm,cyl,test}} \geq f_{\mathrm{cm,cyl}} = f_{ck,cyl} + 8 \geq f_{cd} + 8 =$$

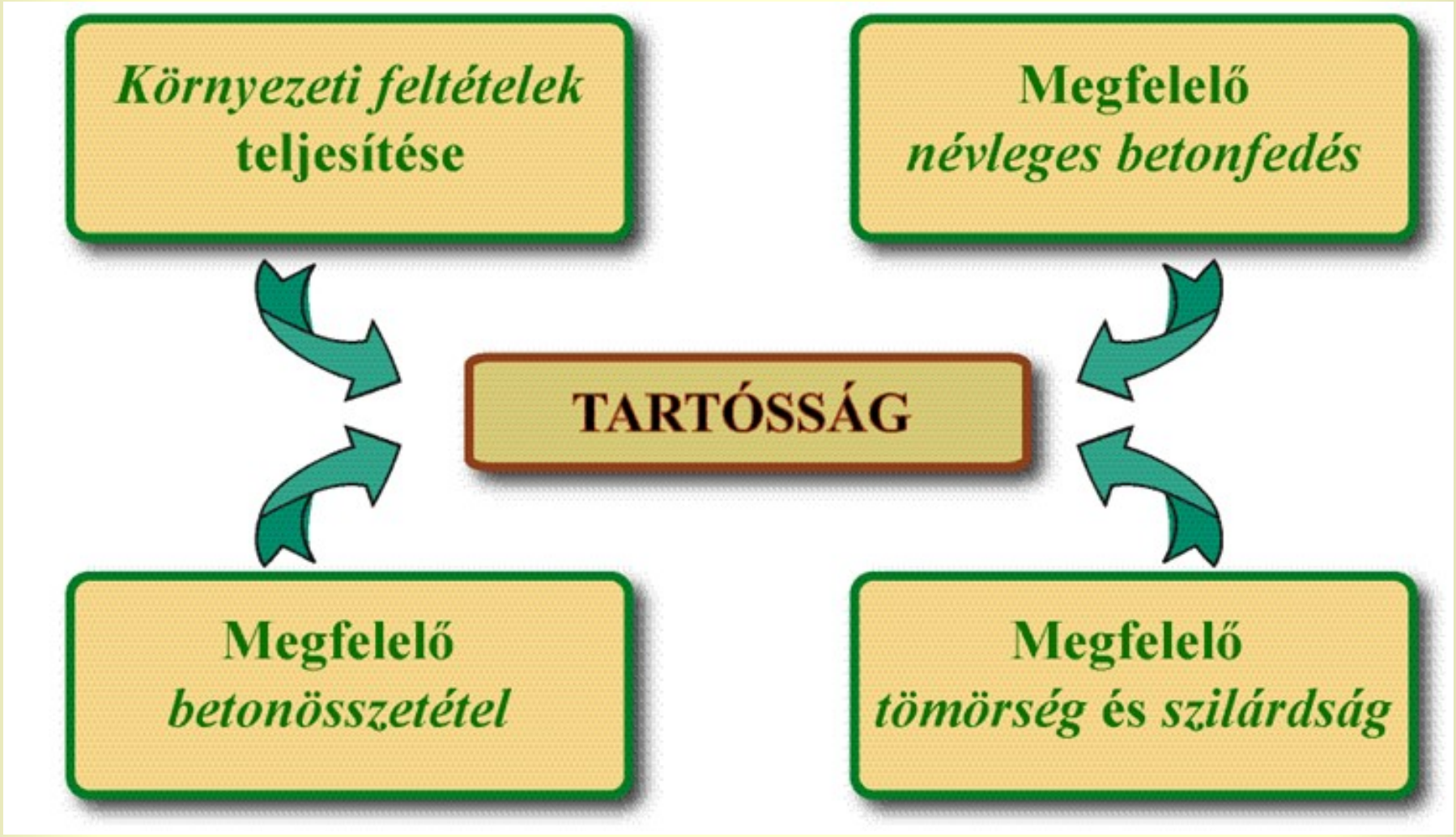
$$= \frac{\gamma_{\mathrm{c}}}{\alpha_{\mathrm{cc}}} \times \sigma_{\mathrm{cu}} + 8 = 1,765 \times \sigma_{\mathrm{cu}} + 8 \ [\mathrm{N/mm^2}]$$

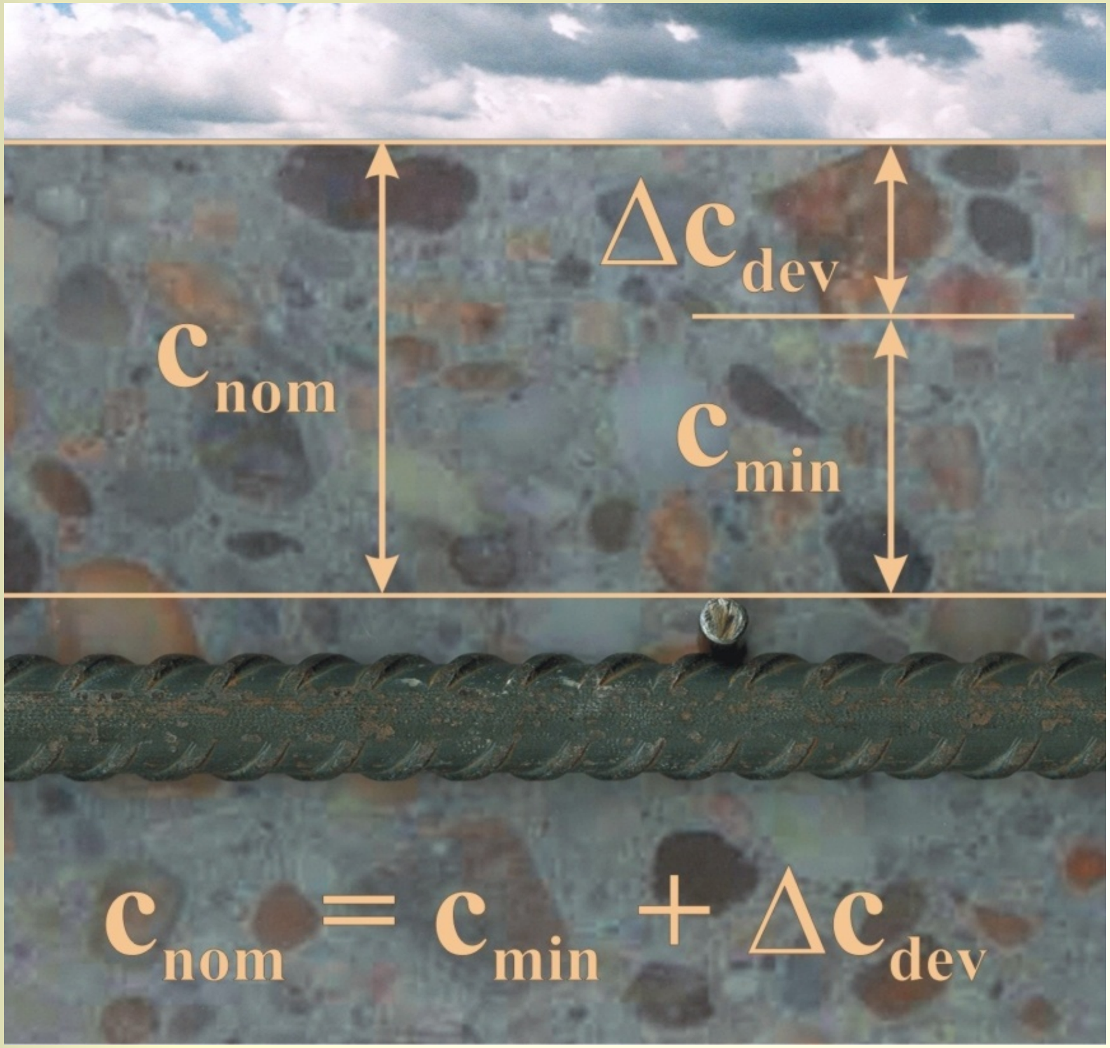
Például, *ha*

- **a beton nyomófeszültsége σ_{cu} = 16,5 N/mm², *akkor***
- **a nyomószilárdság tervezési értéke $f_{\mathrm{cd}} = 1,765 \times \sigma_{\mathrm{cu}}$ = 29,1 N/mm², majd**
- **$f_{\mathrm{ck,cyl}}$ = 30,0 N/mm² és $f_{\mathrm{cm,cyl}}$ = 38,0 N/mm².**

E beton Eurocode 2 szerinti nyomószilárdsági osztályának jele az MSZ EN 1992-1-1 Eurocode 2 szabvány 3.1. táblázata értelmében: C30/37.

A példabeli hídszerkezeti beton akkor sorolható az Eurode 2 szerinti C30/37 nyomószilárdsági osztályba, ha a mért (tapasztalati) nyomószilárdságának átlaga ($f_{\mathrm{cm,cyl,test}}$) eléri az előírt $f_{\mathrm{cm,cyl}}$ = 38,0 N/mm² értéket.


Környezeti feltételek teljesítése
Megfelelő névleges betonfedés
TARTÓSSÁG
Megfelelő betonösszetétel
Megfelelő tömörség és szilárdság



A betonfedés szükséges mértékéről a - tulajdonképpen tartalom nélküli - szerkezeti osztályok adnak tájékoztatást.

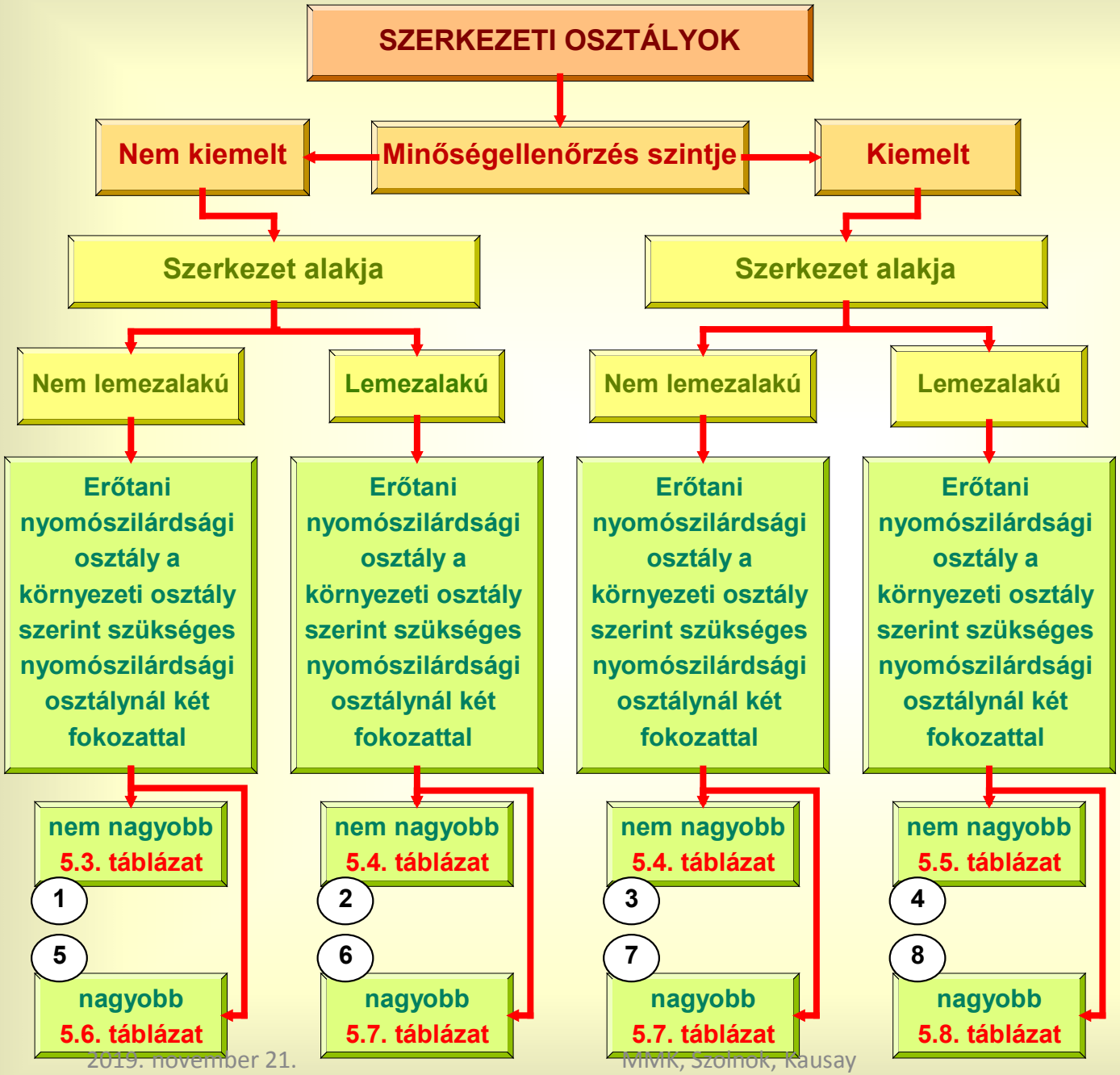
Az építmények szerkezeti osztálya az MSZ EN 1992-1-1:2010 szabvány – „Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése. 1-1. rész: Általános és az épületekre vonatkozó szabályok” – 4.4.1.2. szakasza szerinti fogalom.

Az előírt névleges betonfedés (c_{nom}) az előírt legkisebb betonfedés (c_{min}) és a kötelező ráhagyás (Δc_{dev}, a „dev” index az eltérésre „deviation” utal) összege: $c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$

A szerkezeti terveken általában a névleges betonfedés értékét kell feltüntetni.

Az adalékanyag legnagyobb szemnagyságának (D_{max}) értéke nem lehet nagyobb, mint a következő három adat közül a legkisebb:

- **a szerkezetrész legkisebb méretének *egyharmada*;**
- **a névleges betonfedés, c_{nom} *kétharmada*;**
- **az acélbetétek egymástól való legkisebb távolságának (a legkisebb szabad nyílásnak) *kétharmada*.**



Szerkezeti osztályok táblázatainak áttekintő ábrája

A körben lévő számok a feltétel-csoportok sorszámai.

Az ábra jobboldala lényegében a korszerű telepített üzemben **előregyártott** vasbeton vagy feszített vasbeton szerkezeti elemek és termékek betonjára, **az ábra bal oldala** lényegében a **monolit vasbeton** szerkezetek betonjára és az építéshelyen előregyártott vasbeton vagy feszített vasbeton szerkezetek és szerkezeti elemek betonjára vonatkozik.

① jelű feltétel-csoport	- a beton- és szerkezetgyártás minőségellenőrzése *nem kiemelt szintű* és - a beton *nem lemezalakú* szerkezeti elem részére készül és - az erőtani számítás szerint szükséges („erőtani”) nyomószilárdsági osztály *nem nagyobb* legalább két fokozattal a környezeti osztály szerint szükséges nyomószilárdsági osztálynál és - az adalékanyag legnagyobb szemnagysága *legfeljebb 32 mm.*

Tervezési élettartam:	< 50 év	Szerkezeti osztály:	S3
Tervezési élettartam:	50 év	Szerkezeti osztály:	S4
Tervezési élettartam:	100 év	Szerkezeti osztály:	S6

ha a környezeti osztályhoz tartozó „erőtani” nyomószilárdsági osztály legfeljebb a következő:

Környezeti osztály	X0v(H)	XC1	XC2	XC3	XC4
Az „erőtani” nyomószilárdsági osztály, legfeljebb	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C35/45
Környezeti osztály	XD1, XS1	XD2, XD3, XS2, XS3	XF1	XF2	XF2(H)
Az „erőtani” nyomószilárdsági osztály, legfeljebb	C35/45	C40/50	C35/45	C30/37	C40/50
Környezeti osztály	XF3	XF3(H)	XF4	XF4(H)	XA1, XA2
Ha az „erőtani” nyomószilárdsági osztály, legfeljebb	C35/45	C45/55	C35/45	C45/55	C35/45
Környezeti osztály	XA3	XA4(H), XA5(H)	XA6(H)	XK1(H)	XK2(H)
Az „erőtani” nyomószilárdsági osztály, legfeljebb	C40/50	C35/45	C40/50	C35/45	C40/50
Környezeti osztály	XK3(H)	XK4(H)	XV0(H)	XV1(H)	XV2(H), XV3(H)
Az „erőtani” nyomószilárdsági osztály, legfeljebb	C45/55	C50/60	C30/37	C30/37	C35/45

② jelű feltétel-csoport	-	a beton- és szerkezetgyártás minőségellenőrzése *nem kiemelt szintű* és
	-	a beton *lemezalakú* szerkezeti elem részére készül és
	-	az erőtani számítás szerint szükséges („erőtani”) nyomószilárdsági osztály *nem nagyobb* legalább két fokozattal a környezeti osztály szerint szükséges nyomószilárdsági osztálynál és
	-	az adalékanyag legnagyobb szemnagysága *legfeljebb 32 mm*.
③ jelű feltétel-csoport	-	a beton- és szerkezetgyártás minőségellenőrzése *kiemelt szintű* és
	-	a beton *nem lemezalakú* szerkezeti elem részére készül és
	-	az erőtani számítás szerint szükséges („erőtani”) nyomószilárdsági osztály *nem nagyobb* legalább két fokozattal a környezeti osztály szerint szükséges nyomószilárdsági osztálynál és
	-	az adalékanyag legnagyobb szemnagysága *legfeljebb 32 mm*.

Tervezési élettartam:	< 50 év	Szerkezeti osztály:	S2
Tervezési élettartam:	50 év	Szerkezeti osztály:	S3
Tervezési élettartam:	100 év	Szerkezeti osztály:	S5

ha a környezeti osztályhoz tartozó „erőtani” nyomószilárdsági osztály legfeljebb a következő:

Környezeti osztály	X0v(H)	XC1	XC2	XC3	XC4
Az „erőtani” nyomószilárdsági osztály, legfeljebb	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C35/45
Környezeti osztály	XD1, XS1	XD2, XD3, XS2, XS3	XF1	XF2	XF2(H)
Az „erőtani” nyomószilárdsági osztály, legfeljebb	C35/45	C40/50	C35/45	C30/37	C40/50
Környezeti osztály	XF3	XF3(H)	XF4	XF4(H)	XA1, XA2
Ha az „erőtani” nyomószilárdsági osztály, legfeljebbb	C35/45	C45/55	C35/45	C45/55	C35/45
Környezeti osztály	XA3	XA4(H), XA5(H)	XA6(H)	XK1(H)	XK2(H)
Az „erőtani” nyomószilárdsági osztály, legfeljebb	C40/50	C35/45	C40/50	C35/45	C40/50
Környezeti osztály	XK3(H)	XK4(H)	XV0(H)	XV1(H)	XV2(H), XV3(H)
Az „erőtani” nyomószilárdsági osztály, legfeljebb	C45/55	C50/60	C30/37	C30/37	C35/45

Az előírt legkisebb tartóssági betonfedések ($c_{min,dur}$) külön védelemmel el nem látott, MSZ EN 10080:2005 szerinti hegeszthető betonacélok esetén az MSZ 4798:2016 és MSZ 4798:2016/2M:2018 szabvány szerint

Szer-kezeti osz-tály	Környezeti osztály							
	X0v(H)	XC1	XC2 XC3 XV0(H)	XC4 XF1 XV3(H)	XD1 XS1 XF2 XF3 XA1 XK1(H)	XD2, XS2 XF2(H) XF3(H) XF4, XA2 XA4(H) XK2(H)	XD3, XS3 XF4(H) XA3 XA5(H) XV2(H) XK3(H)	XA6(H) XK4(H)
	Előírt legkisebb tartóssági betonfedés ($c_{min,dur}$), mm							
S1	10	10	10	15	20	25	30	35
S2	10	10	15	20	25	30	35	40
S3	10	10	20	25	30	35	40	45
S4	10	15	25	30	35	40	45	50
S5	15	20	30	35	40	45	50	55
S6	20	25	35	40	45	50	55	60

Megjegyzés:

- XN(H), X0b(H) és XV1(H) környezeti osztályú betonból vasbeton szerkezetet készíteni nem szabad (MSZ 4798:216 szabvány N melléklete), ezért jele ebben a táblázatban nem szerepel.
- Vasbeton szerkezet készítéséhez legalább C20/25 nyomószilárdsági osztályú betont kell alkalmazni.

Az előírt legkisebb tartóssági betonfedések ($c_{min,dur}$) prEN 10138-1:2000 szerinti feszítőacélok esetén az MSZ 4798:2016 és MSZ 4798:2016/2M:2018 szabvány szerint

Szer-kezeti osz-tály	Környezeti osztály						
	XC1	XC2 XC3 XV0(H)	XC4 XF1 XV3(H)	XD1 XS1 XF2 XF3 XA1 XK1(H)	XD2 XS2 XF2(H) XF3(H) XF4, XA2 XA4(H) XK2(H)	XD3 XS3 XF4(H) XA3 XA5(H) XK3(H)	XA6(H) XK4(H)
	Előírt legkisebb tartóssági betonfedés ($c_{min,dur}$), mm						
S1	15	20	25	30	35	40	45
S2	15	25	30	35	40	45	50
S3	20	30	35	40	45	50	55
S4	25	35	40	45	50	55	60
S5	30	40	45	50	55	60	65
S6	35	45	50	55	60	65	70

- XN(H), X0b(H), X0v(H), XV1(H) és XV2(H) környezeti osztályú betonból feszített vasbeton szerkezetet készíteni nem szabad (MSZ 4798:216 szabvány N melléklete), ezért jelük ebben a táblázatban nem szerepel.
- Feszített vasbeton szerkezet készítéséhez általában legalább C30/37, de inkább legalább C35/45 nyomószilárdsági osztályú betont kell alkalmazni.

A beton jelében második helyen a környezeti osztály vagy osztályok jele áll.

Nyomószilárdsági osztály	Környezeti osztály	Legnagyobb szemnagyság, mm	Konzisztencia	Tervezési élettartam	Szabvány száma
C30/37 –	XC3 –	24 –	F3	– 100 év –	MSZ 4798:2016

A környezeti osztályhoz adott legkisebb nyomószilárdsági osztály tartozik.

Környezeti osztály

A beton, vasbeton és feszített vasbeton szerkezeteket érő környezeti hatások osztálya, amelyek hatását a tartós szerkezetnek az üzemszerű használat és megfelelő karbantartás mellett, de jelentős javítási munkák nélkül a tervezési élettartam alatt, illetve azon túl is károsodás nélkül kell viselnie.

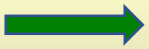
Példa a környezeti osztályok társítására	Beton nyomó-szilárdsági osztálya, legalább	Beton cement-, illetve hatékony kötőanyag - tartalma, kg/m^3	Beton víz-cement, illetve víz-hatékony kötőanyag tényezője, legfeljebb	Friss beton átlagos összes levegő-tartalma, térfogat%
a) példa: XC4 – XF1 – XA2 – XV1(H) környezeti osztályú vasbeton támfal fagy- és olvasztósóálló, a talajvíz korrozív hatásának ellenálló, talajvíznyomásálló kavicsbetonja				
XC4	C30/37	≥ 300	0,50	Legfeljebb 1,0 térfogat%
XF1	C30/37	≥ 300	0,55	
XA2	C30/37	≥ 320	0,50	
XV1(H)	C25/30	≥ 300	0,55	
XC4 – XF1 – XA2 – XV1(H)	C30/37	≥ 320	0,50	

Példa a környezeti osztályok társítására	Beton nyomó-szilárdsági osztálya, legalább	Beton cement-, illetve hatékony kötőanyag - tartalma, kg/m^3	Beton víz-cement, illetve víz-hatékony kötőanyag tényezője, legfeljebb	Friss beton átlagos összes levegő-tartalma, térfogat%
b) példa: XF4 – XK2(H) – XV0(H) környezeti osztályú beton útszegélyelem fagy- és olvasztósó-, valamint kopásálló zúzottkőbetonja				
XK2(H)	C35/45	≥ 330	0,45	Legfeljebb 1,0 térfogat%
XV0(H)	C25/30	≥ 300	0,55	
XF4	C30/37	≥ 340	0,45	4,0 – 8,0 térfogat%
XC4 – XF1 – XA2 – XV1(H)	C35/45	≥ 340	0,45	

MÉRTÉKADÓ NYOMÓSZILÁRDSÁGI OSZTÁLY

Az erőtani számításból adódó szükséges nyomószilárdsági osztály nem feltétlenül esik egybe a környezeti feltételek szerint szükséges nyomószilárdsági osztállyal, amely esetben általában a nagyobb nyomószilárdsági osztályt kell mértékadónak tekinteni.

- **Ha a környezeti feltételek alapján szükséges nyomószilárdsági osztály kisebb, mint az erőtani számítás szerint szükséges nyomószilárdsági osztály, akkor az erőtani számítás szerinti nyomószilárdsági osztály a mértékadó.**
- **Ha az erőtani számítás szerint szükséges nyomószilárdsági osztály kisebb, mint a környezeti feltételek alapján szükséges nyomószilárdsági osztály, akkor abban az esetben, ha**
  - **az erőtani számítással megállapított szükséges nyomószilárdsági osztály a környezeti hatásoknak ellenálló beton készítéséhez nem elegendő, akkor a környezeti feltételek alapján a környezeti osztályok szerint szükséges nyomószilárdsági osztályt kell mértékadónak tekinteni;**
  - **az erőtani számítással megállapított szükséges nyomószilárdsági osztály a környezeti hatásoknak ellenálló beton készítéséhez elegendő, akkor az erőtani számítás eredménye alapján megállapított szükséges nyomószilárdsági osztályt lehet mértékadónak tekinteni.**

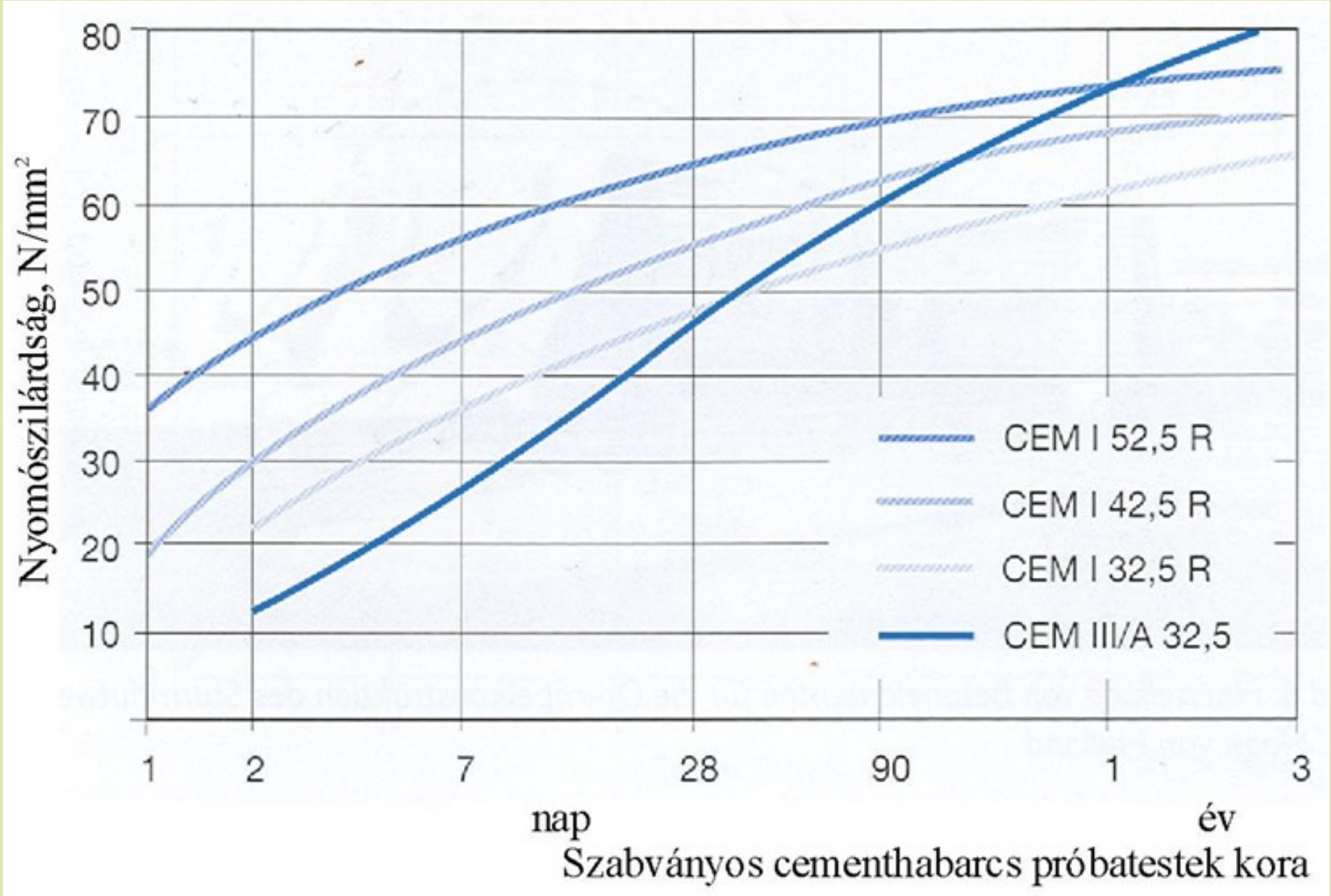
Magyarázat 

Annak, hogy – *annak ellenére, hogy a beton erőtani számítással meghatározott szükséges nyomószilárdsági osztálya kisebb, mint a környezeti feltételek alapján a környezeti osztályok társításából adódó nyomószilárdsági osztály* – az erőtani számítás eredménye alapján megállapított szükséges nyomószilárdsági osztály elegendő a környezeti hatásoknak a tervezett használati élettartam alatt ellenálló beton készítéséhez, jellegzetes példáját adhatja a CEM III jelű kohósalakcement (MSZ EN 197-1:2011) alkalmazása.

A portlandcementeknél lassabban szilárduló, de jelentős utószilárdulású CEM III/A kohósalakcement nyomószilárdsága 28 napos korban elmarad a CEM I fajtájú portlandcementek nyomószilárdságától, de egyéves korban az utóbbiakét általában már meg is haladja (*lásd a következő diakocka ábráját*).

Ezért feltételezhető, hogy a CEM III kohósalakcementtel gondosan készített és utókezelt beton nyomószilárdsági osztálya négy-öt hónapos korra eléri a 28 napos korú betonnak a környezeti feltételek alapján – a környezeti osztályok társításából adódó – szükséges nyomószilárdsági osztályát.

Nem kizárt tehát, hogy bizonyítható: CEM III kohósalakcement alkalmazása esetén az erőtani számítás eredménye alapján megállapított szükséges – *a környezeti osztály nyomószilárdsági követelményénél kisebb* –, 28 napos korra vonatkozó nyomószilárdsági osztály elegendő a környezeti hatásoknak a tervezett használati élettartam alatt ellenálló beton készítéséhez.



Cementek szilárdulási folyamata (*Rendchen. K.:* Hüttensandhaltiger Zement. Verlag Bau+Technik. Düsseldorf, 2002)

A környezeti osztályok követelményeinek érvényre juttatásához megfelelő építéshelyi konzisztencia szükséges

Ha a beton környezeti osztálya vagy szabványos jele szerinti, folyósító adalékszer nélküli beton konzisztenciája földnedvesebb (szárazabb) az elvárt építéshelyi bedolgozási konzisztenciánál, akkor a betonhoz folyósító adalékszert kell keverni. Az ilyen folyósító adalékszer nélküli, és *képlékenyítésre, folyósításra nem feltétlenül alkalmas* összetételű friss betont kiindulási betonnak nevezzük.

Az adalékszer nélküli kiindulási betont a megkövetelt legkisebb cementtartalom (c_{min}) és a megengedett legnagyobb víztartalom összetartozó, arányos növelésével lehet – a megengedett legnagyobb víz-cement tényező (x_{max}) megtartása mellett – lágyítani úgy, hogy a kiindulási beton konzisztenciája a folyósításhoz szükséges konzisztencia-tartományba kerüljön.

A folyósításhoz szükséges konzisztenciájúvá tett kiindulási beton víztartalma úgy érje el a képlékenyítéshez, folyósításhoz szükséges vízigényt, hogy a cementpép-mennyiség a megengedett tartományon belül maradjon.

Az MSZ 4798:2016 és MSZ 4798:2016/2M:2018 szabvány szerinti környezeti osztályokhoz tartozó kiindulási betonok víztartalma (keverővíztartalma)

Környezeti osztály	XN(H)	X0b(H)	X0v(H)	XC1	XC2	XC3	XC4
Víz-cement tényező, legfeljebb	0,90	0,75	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
Cementtartalom, legalább, kg/m^3	165	230	250	260	280	280	300
Kiindulási beton víztartalma, kg/m^3	148,5	172,5	175	169	168	154	150

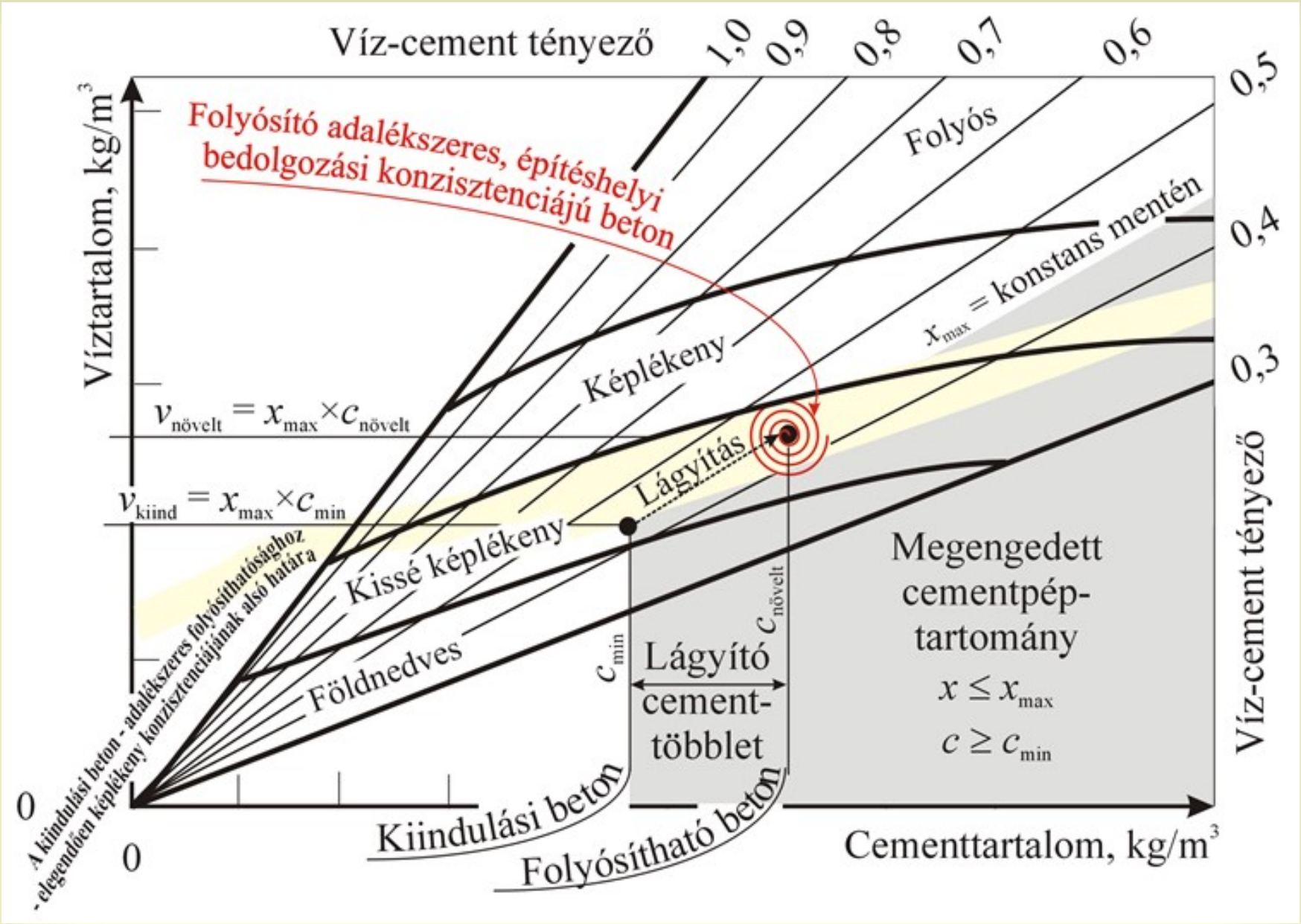
Környezeti osztály	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3
Víz-cement tényező, legfeljebb	0,50	0,45	0,45	0,55	0,50	0,45
Cementtartalom, legalább, kg/m^3	300	320	340	300	320	320
Kiindulási beton víztartalma, kg/m^3	150	144	153	165	160	144

Folytatás a következő diakockán

Az MSZ 4798:2016 és MSZ 4798:2016/2M:2018 szabvány szerinti környezeti osztályokhoz tartozó kiindulási betonok víztartalma (keverővíztartalma)

Környezeti osztály	XA1	XA2	XA3	XA4(H)	XA5(H)	XA6(H)
Víz-cement tényező, legfeljebb	0,55	0,50	0,45	Víz-(hatékony kötőanyag) tényező, legfeljebb		
				0,45	0,43	0,40
Cementtartalom, legalább, kg/m^3	300	320	360	Hatékony kötőanyagtartalom, legalább/legfeljebb, kg/m^3		
				320/336	330/346	345/362
Kiindulási beton víztartalma, kg/m^3	165	160	162	144	141,9	138

Környezeti osztály	XK1(H)	XK2(H)	XK3(H)	XK4(H)	XV1(H)	XV2(H)	XV3(H)
Víz-cement tényező, legfeljebb	0,5	0,45	0,40	0,38	0,55	0,50	0,45
Cementtartalom, legalább, kg/m^3	310	330	350	370	300	300	300
Kiindulási beton víztartalma, kg/m^3	155	148,5	140	140,6	165	150	135



A kiindulási beton konzisztenciájának lágyítása a megkövetelt legkisebb cement-tartalomnak megfelelő kiindulási cementtartalom (c_{min}) növelésével, a megengedett legnagyobb víz-cement tényező (x_{max}) megtartása mellett, a kiindulási beton adalékszeres folyósíthatósága érdekében

Az MSZ EN szabványrendszer sajátsága, hogy az MSZ EN 206 betonszabvány szerinti nyomószilárdsági osztályához tartozó előírt átlagos nyomószilárdság ($f_{cm,cyl,(MSZ\ EN\ 206)}$) *nem azonos* az ugyanolyan jelű Eurode 2 szerinti nyomószilárdsági osztályhoz tartozó előírt átlagos nyomószilárdsággal ($f_{cm,cyl,(MSZ\ EN\ 1992\text{-}1\text{-}1)}$), azaz $f_{cm,cyl,(MSZ\ EN\ 206)} \neq f_{cm,cyl,(MSZ\ EN\ 1992\text{-}1\text{-}1)}$.

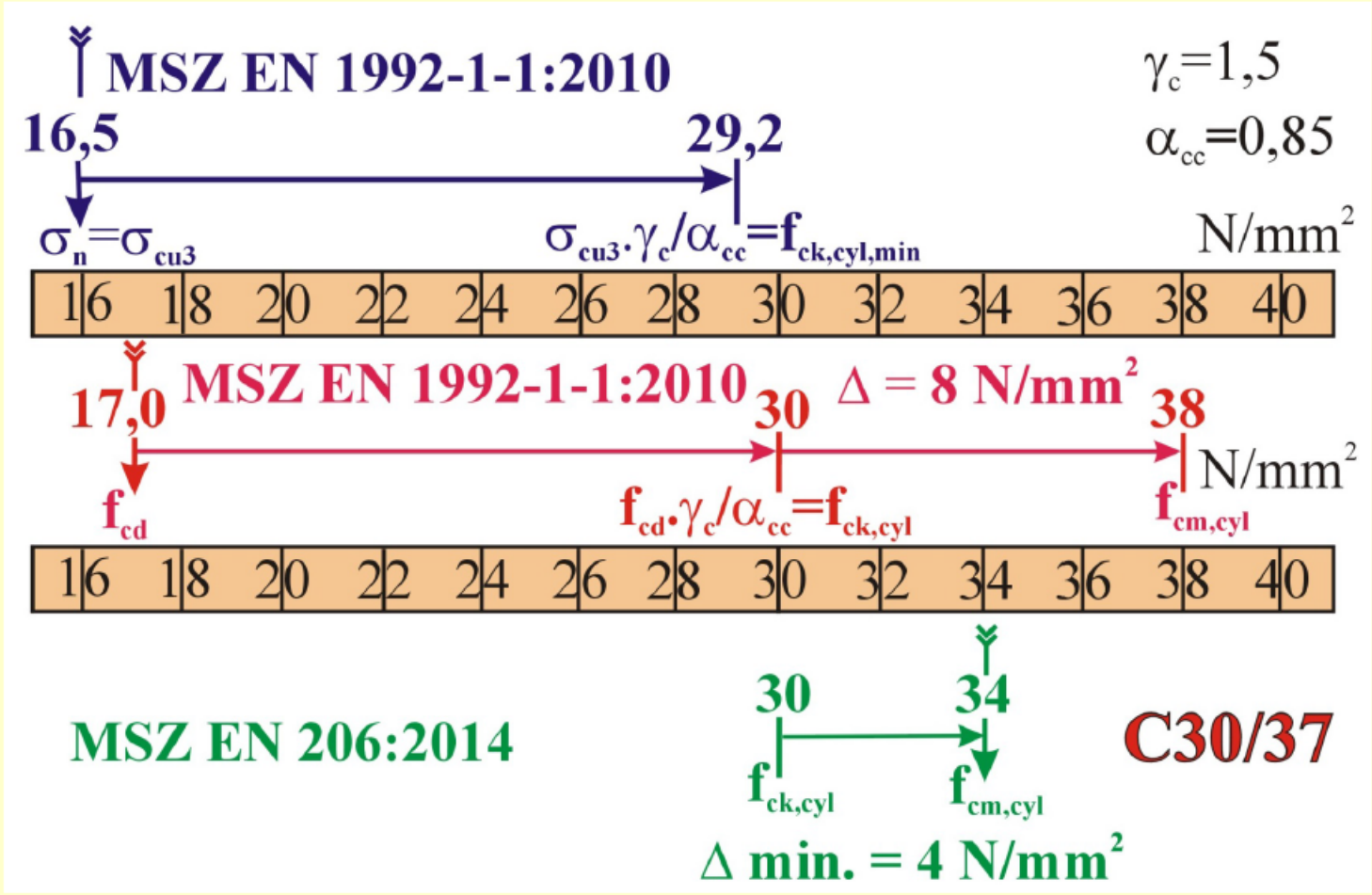
- **Amíg a példabeli C30/37 nyomószilárdsági osztályú beton előírt átlagos nyomószilárdsága az *MSZ EN 1992-1-1 Eurocode 2 szabvány szerint*:**

$$f_{cm,cyl,(MSZ\ EN\ 1992\text{-}1\text{-}1)} = f_{ck,cyl} = 30{,}0 + 8 = 38{,}0\ \text{N/mm}^2,$$

- **addig az ugyancsak C30/37 nyomószilárdsági osztályú beton *MSZ EN 206 és az MSZ 4798 szabvány alapszövege szerinti* előírt átlagos nyomószilárdsága**

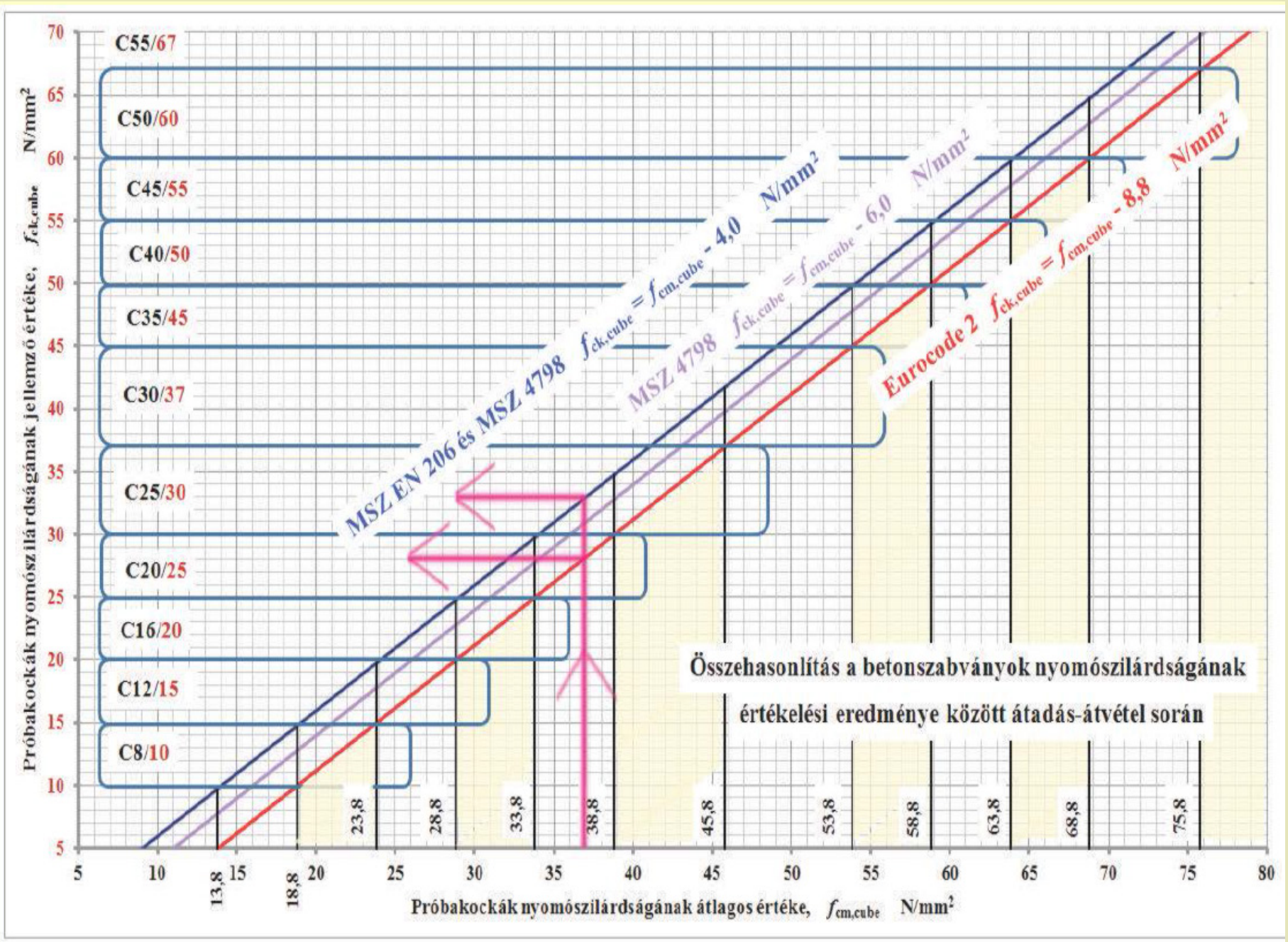
$$f_{cm,cyl,(MSZ\ EN\ 206)} = f_{ck,cyl} = 30{,}0 + 4 = 34\ \text{N/mm}^2.$$

A beton nyomószilárdsága tervezési, jellemző és átlag értékének összevetése a tartós szilárdság figyelembevételével



γ_c a beton σ_{cu3} nyomófeszültségének biztonsági (parciális) tényezője

α_{cc} a beton σ_{cu3} nyomófeszültségének a tartós szilárdság figyelembevételére szolgáló osztója, 100 év tervezési élettartamú szerkezetek esetén α_{cc} = 0,85


C55/67
C50/60
C45/55
C40/50
C35/45
C30/37
C25/30
C20/25
C16/20
C12/15
C8/10
MSZ EN 206 és MSZ 4798 $f_{ck,cube} = f_{cm,cube} - 4,0$ N/mm²
MSZ 4798 $f_{ck,cube} = f_{cm,cube} - 6,0$ N/mm²
Eurocode 2 $f_{ck,cube} = f_{cm,cube} - 8,8$ N/mm²
Összehasonlítás a betonszabványok nyomószilárdságának értékelési eredménye között átadás-átvétel során
Próbakockák nyomószilárdságának jellemző értéke, $f_{ck,cube}$ N/mm²
Próbakockák nyomószilárdságának átlagos értéke, $f_{cm,cube}$ N/mm²
5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80
13,8 18,8 23,8 28,8 33,8 38,8 45,8 53,8 58,8 63,8 68,8 75,8

A nyomószilárdság elérendő (előírt) átlagértékének ($f_{cm,cyl}$) azért van jelentősége, mert *a betontechnológus az előírt átlagos nyomószilárdság alapján határozza meg a gyártásba veendő beton összetételét*. Az MSZ EN 206 szabvány, illetve az MSZ 4798 szabvány alapszövege szerinti előírt átlagos nyomószilárdságú ($f_{cm,cyl,(MSZ\ EN\ 206)}$) beton összetételénél fogva nem alkalmas az Eurocode 2 szabvány szerinti, ugyanolyan jelű nyomószilárdsági osztályhoz tartozó előírt átlagos nyomószilárdságú ($f_{cm,cyl,(MSZ\ EN\ 1992\text{-}1\text{-}1)}$) beton készítésére, mert beépítése esetén a beton szilárdsága és a szerkezet biztonsági tényezője kisebb, használati élettartama rövidebb lesz. tulajdonságai elmaradnak a hídszerkezeti beton szükséges tulajdonságaitól.

Ez abban is megmutatkozik, hogy amíg az 5%-os küszöbértékű, a megfelelőség határán lévő nyomószilárdságú betonok MSZ EN 1992-1-1 Eurocode 2 szerinti átadás-átvételi valószínűsége mintegy 50:50%, addig a szintén 5%-os küszöbértékű, a megfelelőség határán lévő nyomószilárdságú betonok MSZ EN 206 szabvány és az MSZ 4798 szabvány alapszövege szerinti átadásának, illetve átvételének valószínűsége 70% körüli, és az átvétel visszautasításának valószínűsége csupán 30% körüli érték.

Hosser, D. – Gensel, D.: **Kritische Bewertung der Statistik beim Konformitätsnachweis der Betondrickfestikkeit nach prEN 206. TU Braunschweig, IBMB (Inst. F. Baustoffe, Massivbau und Brandschutz) Im Auftrag des Deutschen Beton-Verein E.V. Braunschweig, 1995.**

OC-görbe (Operating characteristic curve)

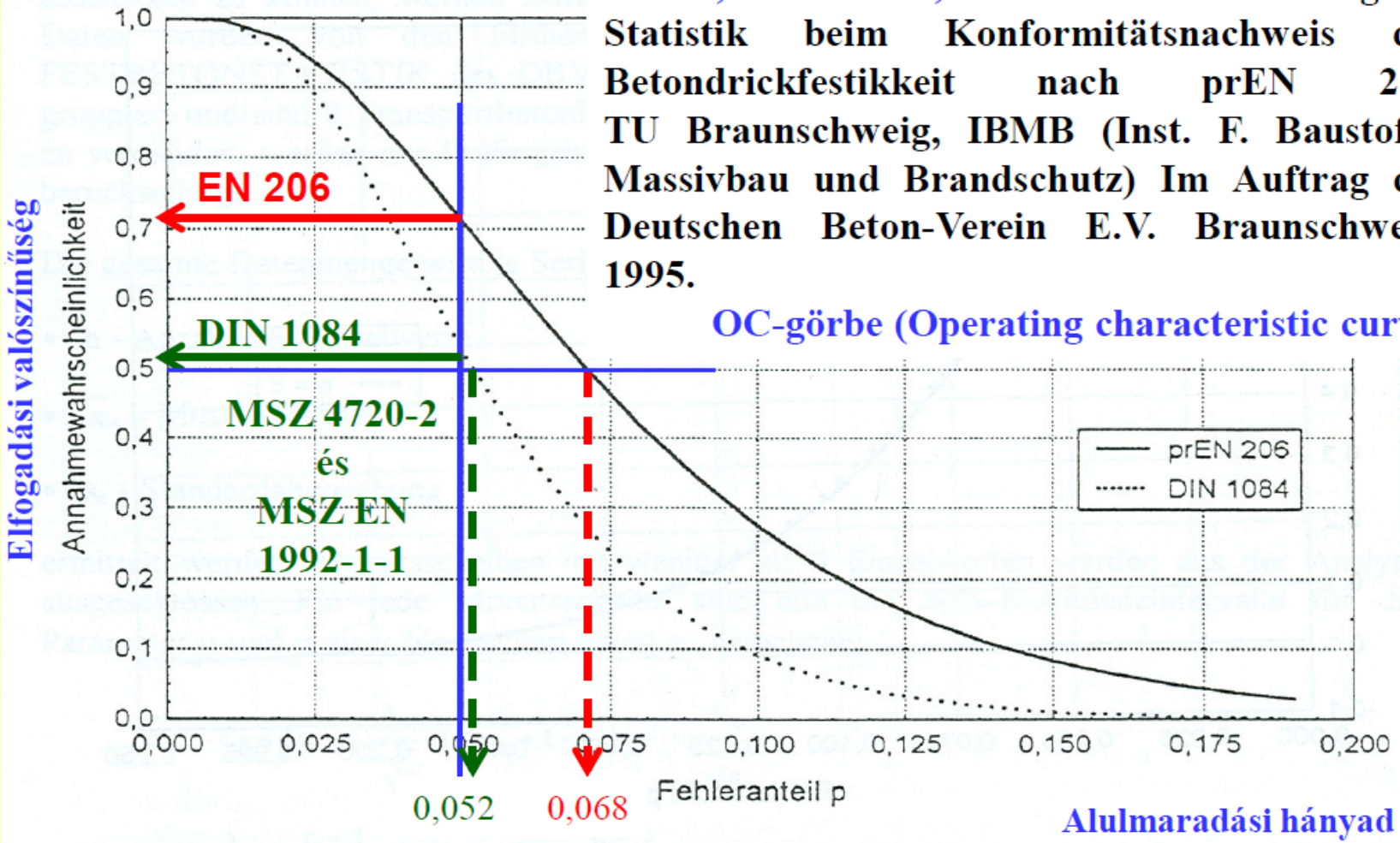


Bild 1: Annahmekennlinien zum Konformitätsnachweis nach prEN 206 und DIN 1084

Elfogadási jelleggörbe (OC-görbe) a megfelelőség igazolásához az EN 206, a DIN 1084 és az MSZ EN 1992-1-1 szabvány szerint

Ezért a hídszerkezeti betonok nyomószilárdságát nem az MSZ 4798 szabvány O melléklete, hanem P melléklete szerint kell értékelni, következésképpen ennek megfelelő minőségű betont kell a hídszerkezetek építéséhez megrendelni és a hídszerkezetbe beépíteni.

Az ilyen beton jelében a nyomószilárdsági osztály jele után fel kell tüntetni az $AC_{50}(H)$ jelet.

A példabeli C30/37 nyomószilárdsági osztályú betont ebben az esetben a gyártó nem $f_{cm,cube} \geq f_{ck,cube} + 4$ N/mm^2, hanem a C30/37 $AC_{50}(H)$ minőséghez tartozó $f_{cm,cube} \geq f_{ck,cube} + 6$ N/mm^2 átlagos nyomószilárdsággal fogja legyártani, amely esetben a beton szilárdsága megközelítheti az MSZ 1992-1-1 Eurocode szabvány szerinti hídszerkezeti betonok tervezett szilárdságát.

Ha a hídszerkezeti betonok tapasztalati nyomószilárdságának jellemző értékét a nyomószilárdság vizsgálati eredmények szórásának felhasználásával számítják ki, akkor a számításhoz alulmaradási tényezőként az MSZ 4798 szabvány NAD P1. táblázatában található *Student*-tényezőket kell használni.

Alulmaradási tényezők

Mintaszám n	Szabadságfok a *Student*-féle eloszlás esetén $n - 1$	*Student*-tényező t_n	*Taerwe*-tényező λ_n
	(*Stange – Henning*, 1966)		(*Taerwe*, 1986)
2	1	6,314	
3	2	2,920	2,67
4	3	2,353	2,20
5	4	2,132	1,99
6	5	2,015	1,87
7	6	1,943	1,77
8	7	1,895	1,72
9	8	1,860	1,67
10	9	1,833	1,62
11	10	1,812	1,58
12	11	1,796	1,55
13	12	1,782	1,52
14	13	1,771	1,50
15	14	1,761	*1,48*
20	19	1,729	
30	29	1,699	
∞	∞	*1,645*	

VÍZ ALATT

VEGYESEN

HENGER

KOCKA

TÁROLT

TÁROLT

HENGER

KOCKA

NYOMÓSZILÁRDSÁGI OSZTÁLY: C8/10 - C16/20

Nem csiszolt

Ø150×300

Ø100×200

Ø100×100

150

200

$f_{ci,cyl} = 0,99 . f_{ci,cyl,H}$

$f_{ci,cyl,H} = 0,82 . f_{ci,cyl,Ø100×200,H}$

$f_{ci,cyl,H} = 0,74 . f_{ci,cyl,Ø100×100,H}$

$f_{ci,cyl} = 0,74 . f_{ci,cube,H}$

$f_{ci,cyl,H} = 0,79 . f_{ci,cube,200,H}$

$f_{ci,cyl,H} = 0,75 . f_{ci,cube,H}$

$f_{ci,cyl,H} = 0,80 . f_{ci,cube,200,H}$

$f_{ci,cyl} = 0,81 . f_{ci,cube}$

$f_{ci,cube} = 0,92 . f_{ci,cube,H}$

$f_{ci,cube,H} = 1,06 . f_{ci,cube,200,H}$

$f_{ci,cube} = 0,98 . f_{ci,cube,200,H}$

$f_{ci,cyl} = 0,82 . f_{ci,cube}$

$f_{ci,cyl,H} = 1,08 . f_{ci,cube,200,H}$

VÍZ ALATT
VEGYESEN
HENGER
KOCKA
TÁROLT
TÁROLT
HENGER
KOCKA
NYOMÓSZILÁRDSÁGI OSZTÁLY:
C20/25 - C50/60
Nem csiszolt
Ø150×300
Ø100×200
Ø100×100
150
200
$f_{ci,cyl} = 0,98 . f_{ci,cyl,H}$
$f_{ci,cyl,H} = 0,77 . f_{ci,cube,H}$
$f_{ci,cyl,H} = 0,83 . f_{ci,cube,200,H}$
$f_{ci,cyl} = 0,81 . f_{ci,cube}$
$f_{ci,cyl} = 0,75 . f_{ci,cube,H}$
$f_{ci,cyl} = 0,81 . f_{ci,cube,H}$
$f_{ci,cyl} = 0,83 . f_{ci,cube}$
$f_{ci,cube} = 0,92 . f_{ci,cube,H}$
$f_{ci,cube,H} = 1,09 . f_{ci,cube,200,H}$
$f_{ci,cube} = 1,00 . f_{ci,cube,200,H}$
$f_{ci,cyl,H} = 0,83 . f_{ci,cyl,Ø100×200,H}$
$f_{ci,cyl,H} = 0,77 . f_{ci,cyl,Ø100×100,H}$
$f_{ci,cyl,Ø100×100,H} = 1,09 . f_{ci,cube,200,H}$

NYOMÓSZILÁRDSÁGI OSZTÁLY:
C55/67 - C100/115

HENGER | KOCKA

VEGYESEN

Nem csiszolt

Nem ajánlott

$f_{ci,cyl} = 0,77 \times f_{ci,cube,H}$

$f_{ci,cyl} = 0,92 \times f_{ci,cube,H}$

TÁROLT

VÍZ ALATT

Nem csiszolt

$f_{ci,cyl} = 0,84 \times f_{ci,cube}$

$f_{ci,cube}$

TÁROLT

HENGER | KOCKA

A nyomószilárdságot az MSZ EN 12390-3 szerint kell meghatározni, azzal a kiegészítéssel, hogy azoknak a próbatesteknek a teherviselésre szánt felületét, amelyek mérete vagy alakja az MSZ EN 12390-1 előírásainak, illetve az MSZ EN 12390-3 szabvány B melléklete előírásainak megfelel, az MSZ EN 12390-3 szabvány 5. fejezete, illetve A melléklete szerint kiigazítani indokolatlan (értelmezésem szerint nem szabad!).

Az MSZ EN 12390-1 előírásainak, illetve az MSZ EN 12390-3 szabvány B melléklete előírásainak meg nem felelő méretű vagy alakú próbatestek csiszolással történő kiigazítása az MSZ 4798:2016 szabvány szerint nem javasolt (nem szabad!), mert a korrekciós tényezőnek jelenleg nincs közmegegyezéssel elfogadott értéke.

Az MSZ EN 12390-3 szabvány 5.2. szakasz első mondata úgy értelmezendő, hogy a nyomószilárdság vizsgálati próbatestek méretét az MSZ EN 12390-3 szabvány B melléklete szerint meg kell vizsgálni, és ha a próbatest mérete az MSZ EN 12390-1 szerinti méretekre előírt mérettűréseken kívül esik, akkor a próbatestet nyomószilárdság vizsgálat előtt vagy kalcium-aluminát cementhabarccsal vagy kénkeverékkel vagy homokdoboz módszerrel ki kell igazítani, vagy a nyomószilárdság vizsgálatból ki kell hagyni.

Nyomott felület kialakítása	Felső lap simított (habarcsolva)	Felső lap csiszolt, alsó lapja natúr	Mind a két lap csiszolt
Végig víz alatt tárolt Φ150·300 mm méretű próbahengerek	Töréskor nem robbantak	Töréskor robbantak	Töréskor robbantak
Átlagos nyomószilárdság, N/mm^2	42,8	51,4	52,7
Nyomószilárdság, %	100,0	120,0	123,1
Szórás, N/mm^2	1,68	0,67	1,64
Mértékadó szórás, N/mm^2	3,00	3,00	3,00
Student-tényező, n = 3	2,92	2,92	2,92
Jellemző érték, N/mm^2	34,06	42,63	43,94
Nyomószilárdsági osztály	C30/37	C40/50	C40/50
Szórás a terjedelemből. N/mm^2	1,95	0,71	1,89
Mértékadó szórás, N/mm^2	3,00	3,00	3,00
Student-tényező, n = 3	2,92	2,92	2,92
Jellemző érték, N/mm^2	34,06	42,63	43,94
Nyomószilárdsági osztály	C30/37	C40/50	C40/50

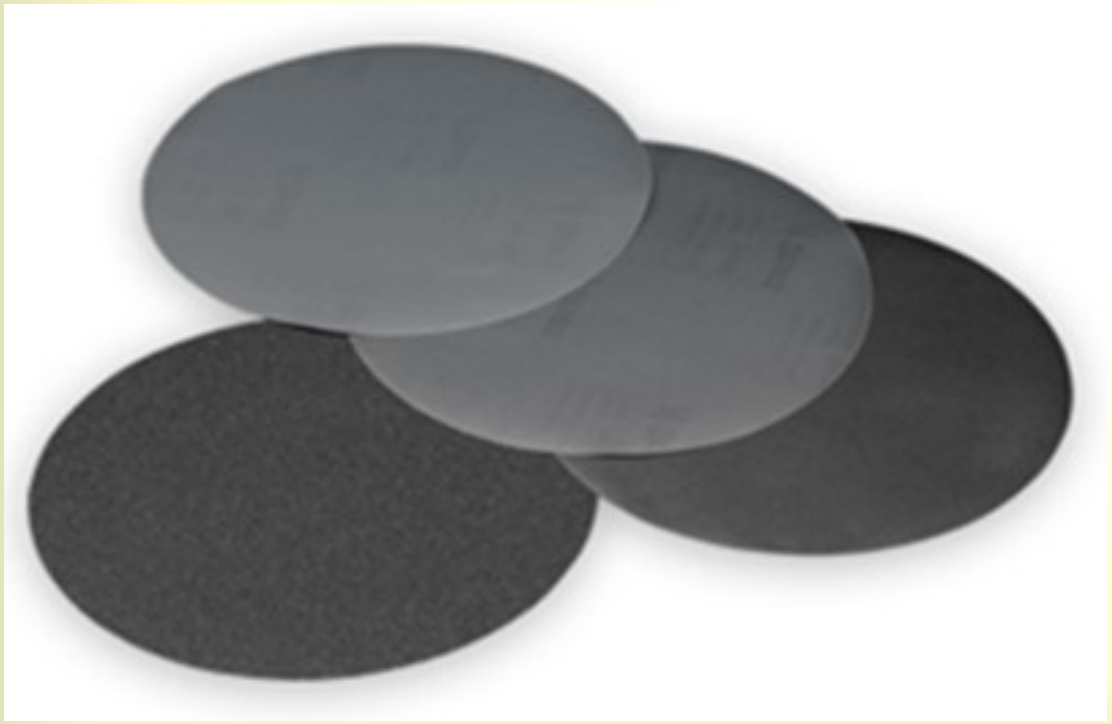
Nyomott felület kialakítása	Felső lap simított (habarcsolva)	Felső lap csiszolt, alsó lapja natúr	Mind a két lap csiszolt
Végig víz alatt tárolt Φ150·300 mm méretű próbahengerek	Töréskor nem robbantak	Töréskor robbantak	Töréskor robbantak
Átlagos nyomószilárdság, N/mm^2	42,8	51,4	52,7
Nyomószilárdság, %	100,0	120,0	123,1
Szórás, N/mm^2	1,68	0,67	1,64
Mértékadó szórás, N/mm^2	3,00	3,00	3,00
Student-tényező, n = 3	2,92	2,92	2,92
Jellemző érték, N/mm^2	34,06	42,63	43,94
Nyomószilárdsági osztály	C30/37	C40/50	C40/50
Szórás a terjedelemből. N/mm^2	1,95	0,71	1,89
Mértékadó szórás, N/mm^2	3,00	3,00	3,00

A csiszolt Ø150×300 mm méretű próbahenger nyomószilárdságának jellemző értéke akár meg is haladhatja a 150 mm élhosszúságú próbakocka nyomószilárdságának jellemző értékét.

A nyomószilárdság vizsgálati szabványok sokszor és régóta hivatkoznak arra, hogy a hibás alakú próbatestek felületét csiszolni kell, de az újkori szabványok megfeledkeznek arról, hogy az egykori szabványok megírásának korára jellemző csiszolási technika az utóbbi 20 évben jelentősen fejlődött – dörzsvászonos lassú fordulatú csiszolástól a gyémánt szemcsés gyors fordulatú csiszolásig –, és ez a fejlődés nagy változást hozott a csiszolt felület minőségében.

Az 1970-1980-as évekbeli laboratóriumi csiszológépek forgótárcsájának fordulatszáma általában 150-300 ford/perc, átépítve legfeljebb 1200 ford/perc volt, és a forgótárcsára dörzsvásznat erősítettek. A próbatestet csiszolás közben általában kézzel nyomták a forgótárcsához (*lásd a következő két diakockát*).

A mai csiszológépek ezzel szemben legalább 3400 ford/perc fordulatszámú gyémánt-szemcsés tárcsával csiszolnak, mechanikájuk magasfokon szabályozott (*lásd a következő két diakockát*), következésképpen hatékonyságuk és pontosságuk messze meghaladja a mintegy ötven évvel ezelőtt gyártott gépekét, voltaképpen nem is csiszolnak, hanem políroznak.



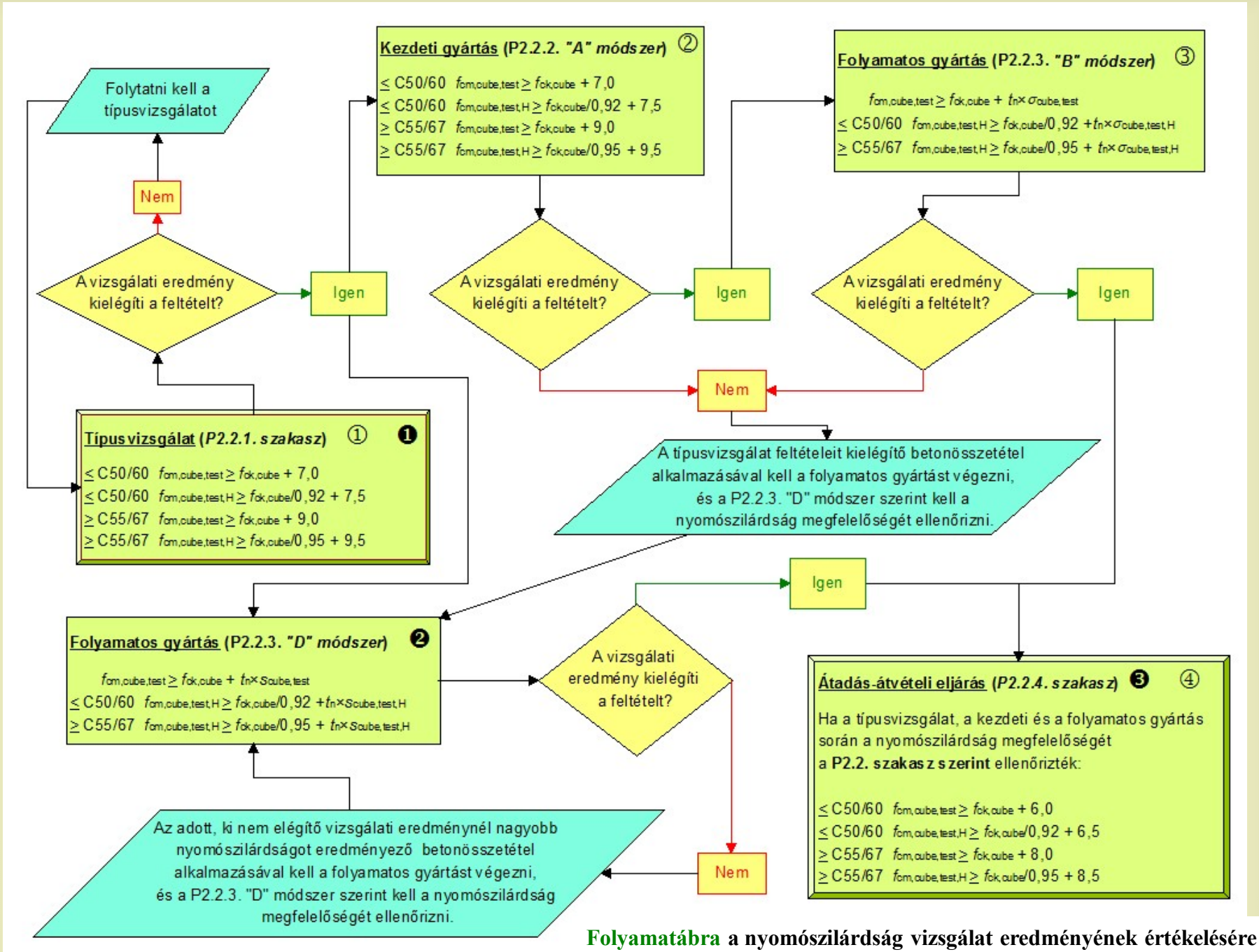
Laboratóriumi betonpróbatest-csiszológép és tartozéka, a dörzsvászon az 1970-1980-as évekből

(http://riad.usk.pk.edu.pl és https://www.struers.com/zh-CN)

Példa
napjaink gyémánttárcsás laboratóriumi betonpróbatest-csiszológépére

(https://www.formtest.de)

Következtetés:
Csiszolt felületű próbatestek nyomószilárdságából a beton szabványos nyomószilárdságát és nyomószilárdsági osztályát meghatározni nem szabad!



Folyamatábra a nyomószilárdság vizsgálat eredményének értékelésére 50%-os elfogadási valószínűség mellett (MSZ 4798.2016 P melléklet)

Tisztelt Hölgyek és Urak!

Végül visszatérve az előadás első diakockájához,
írjuk fel annak a betonnak a jelét, amelynek a nyomószilárdságát
az MSZ 4798:2016 szabvány P melléklete szerint
50% elfogadási valószínűség mellett értékelték.

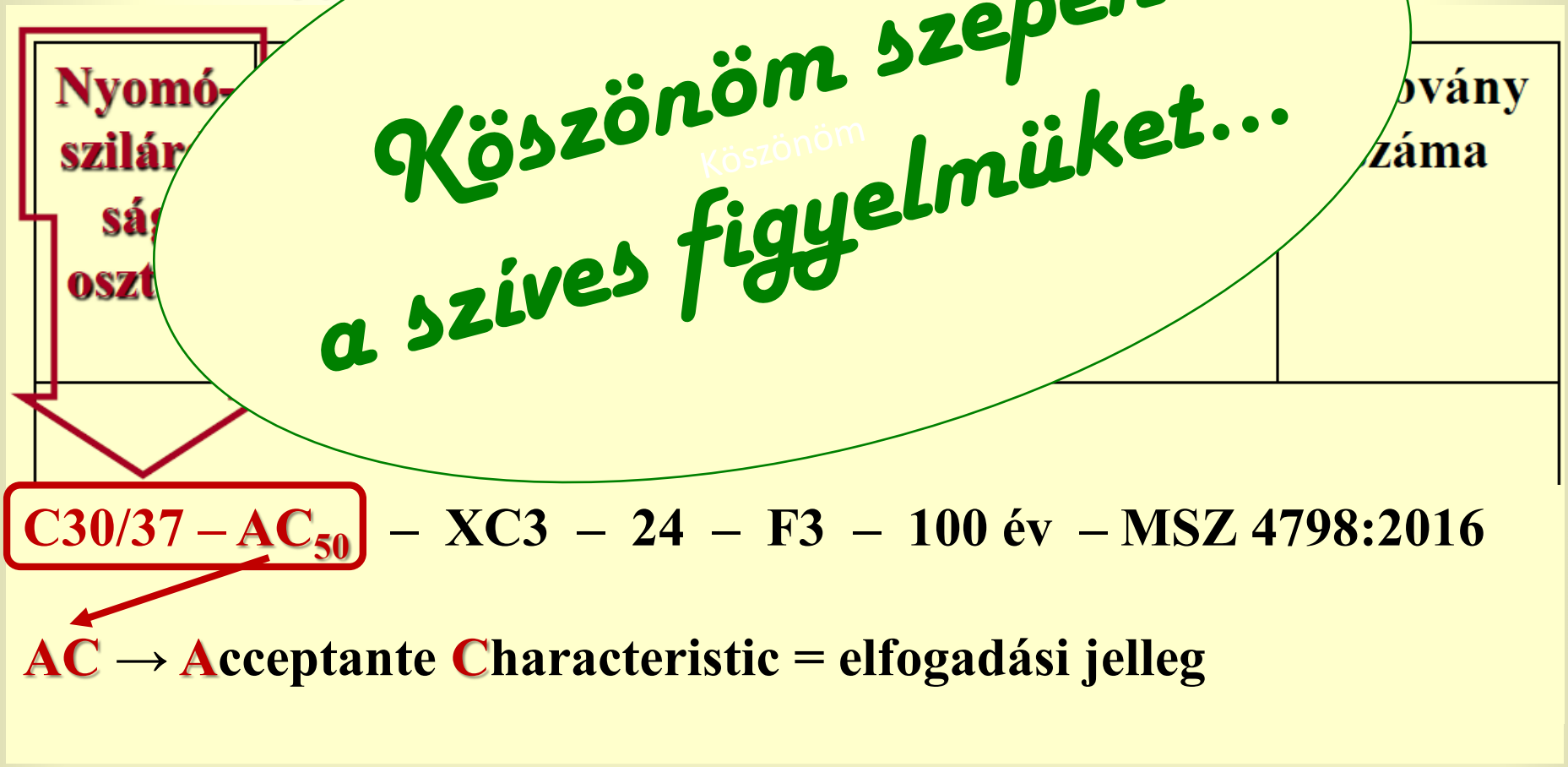
Nyomó-szilárd-sági osztály	Kör-nyezeti osztály	Leg-nagyobb szem-nagyság, mm	Konzisz-tencia	Tervezési élet-tartam	Szabvány száma

$C30/37 – AC_{50}$ – XC3 – 24 – F3 – 100 év – MSZ 4798:2016

AC → Acceptante Characteristic = elfogadási jelleg

Tisztelt Hölgyek és Urak!

Végül visszatérve az előadás első diakockájához,
írjuk fel annak a betonnak
az MSZ 47
50%



Köszönöm szépen a szíves figyelmüket…

Köszönöm

C30/37 – AC_{50} – XC3 – 24 – F3 – 100 év – MSZ 4798:2016

AC → Acceptante Characteristic = elfogadási jelleg